



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

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**CÁSCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y ESTRATEGIAS
DE VALORACIÓN AMBIENTAL EN EL SITIO GUABAL DE LA
PARROQUIA QUIROGA**

AUTOR:

JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA

TUTORA:

ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS, M. Sc.

CALCETA, OCTUBRE DE 2023

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Yo **JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA**, con cédula de ciudadanía 1313761502, declaro bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CÁSCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA** es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA
CC: 1313761502

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA, con cédula de ciudadanía 1313761502, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **CÁSCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



.....
JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA
CC: 1313761502

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS, M. Sc., certifica haber tutelado el proyecto **CÁSCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA**, que ha sido desarrollado por **JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS, M. Sc.
CC: 1313175158
TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CÁSCARAS DE CACAO** (*Theobroma cacao L.*) Y **ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA**, que ha sido desarrollado **JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. JOSÉ MANUEL CALDERÓN PINCAY, M. Sc.
CC: 2300121833
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

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

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

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme las fuerzas y la voluntad para seguir adelante;

A mi familia, por su apoyo, sus consejos y palabras de aliento cuando más lo necesitaba, que fueron fundamentales para poder cumplir mis estudios con éxitos. Gracias por estar conmigo siempre y por reconfortarme en los días más difíciles,

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

A quienes conforman parte de la carrera de Ingeniería Ambiental, en especial a mi tutora de tesis Ing. Teresa Vivas Saltos, M.Sc. por su valiosa ayuda en este trabajo,

A mi tribunal de tesis, Ing. José Manuel Calderón Pincay, Ing. Kevin Alexander Patiño Alonzo e Ing. Carlos Fabián Solórzano Solórzano, por brindarme sus conocimientos a través de valiosas sugerencias que permitieron desarrollar un excelente trabajo, y

A todas las personas que fueron parte de mi crecimiento profesional durante este tiempo, muchas gracias.

.....
JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi principal guía y darme fuerzas para seguir adelante;

A mis padres, por impulsarme y darme la fuerza necesaria para alcanzar esta gran meta, quienes sin agotar esfuerzos sacrificaron gran parte de sus vidas en educarme y darme lo mejor, y

A mi esposa e hijo, por estar a mi lado en todo momento y por darme su amor todos los días, lo que me motiva a cumplir todo lo que me proponga.

.....
JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COBEÑA

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
PALABRAS CLAVE	xiii
ABSTRACT.....	xiv
KEY WORDS.....	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
5.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.3. IDEA A DEFENDER	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	5
2.1.1. GENERALIDADES DEL CACAO	5
2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CACAO.....	6
2.1.3. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS.....	6
2.1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL CACAO.....	7
2.1.5. PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL ECUADOR	8

2.1.6. RESIDUOS DE CACAO	10
2.1.7. CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO	12
2.2. VALORACIÓN AMBIENTAL	18
2.2.1. VALORACIÓN AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	19
2.2.2. VALORACIÓN AMBIENTAL DEL RESIDUO DE LA CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO	20
2.3. ECONOMÍA CIRCULAR	22
2.3.1. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	23
2.3.2. BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	24
2.3.3. ECONOMÍA CIRCULAR COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE LA CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO	25
2.4. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL	26
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	28
3.1. UBICACIÓN	28
3.2. DURACIÓN	28
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	28
3.3.1. MÉTODOS	29
3.3.2. TÉCNICAS	30
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	32
3.4.1. POBLACIÓN	32
3.4.2. MUESTRA	32
3.5. VARIABLES EN ESTUDIO	32
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	32
3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	32
3.6. PROCEDIMIENTO	33
3.6.1. FASE I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE CACAO DEL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR	33

3.6.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LA CÁSCARA DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR.....	35
3.6.3. FASE III. ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL CON BASE A LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LAS CÁSCARAS DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR.....	40
3.7. MUESTREO.....	41
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	42
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE CACAO DEL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR	43
4.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LA CÁSCARA DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR	83
4.3. ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL CON BASE A LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LAS CÁSCARAS DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR	85
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
5.1. CONCLUSIONES.....	92
5.2. RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS.....	107

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1. Composición Nutricional del Cacao.....	5
Tabla 2.2. Taxonomía del Cacao	6
Tabla 2.3. Residuos del Cacao y Cantidades Generadas	10

Tabla 2.4. Compuestos de Interés de los Residuos del Cacao	11
Tabla 2.5. Principales Bio-Compuestos Obtenidos a partir de Biomasa Residual de Cacao	11
Tabla 2.6. Composición Química de la Cáscara Mazorca de Cacao.....	14
Tabla 2.7. Composición de la Cáscara de Cacao	14
Tabla 2.8. Posibles Aplicaciones de la Cáscara de Mazorca de Cacao	21
Tabla 2.9. Principales Estrategias de Valoración para la Cáscara de Mazorca de Cacao	22
Tabla 3.1. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.....	33
Tabla 3.2. Modelo de Matriz para el Contraste de las Estrategias de Valoración con la Agenda 2030 y el Libro Blanco.....	41
Tabla 4.1. Coordenadas geográficas de las zonas de producción del sitio Guabal	43
Tabla 4.2. Identificación de impactos ambientales en la producción de cacao.....	48
Tabla 4.3. Análisis FODA a productores de cacao del sitio Guabal	81
Tabla 4.4. Composición fisicoquímica y funcional de los residuos de cáscara de cacao	83
Tabla 4.5. Principales Potencialidades de la Cáscara de Mazorca de Cacao	86
Tabla 4.6. Modelo de Matriz para el Contraste de las Estrategias de Valoración con la Agenda 2030 y el Libro Blanco.....	89

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 2.1. Superficie Cultivada de Cacao por Provincia.....	9
Figura 3.1. Sitio Guabal, Bolívar, Manabí	28
Figura 4.1. Actividades productivas de fincas productoras de cacao del sitio Guabal	45
Figura 4.2. Estimaciones de los impactos generados en las actividades productivas de cacao del sitio Guabal.....	54
Figura 4.3. Porcentaje de los impactos generados por las actividades productivas de cacao del sitio Guabal.....	54

Figura 4.4. Edad.....	57
Figura 4.5. Estado civil	58
Figura 4.6. Sexo.....	59
Figura 4.7. Tamaño del núcleo familiar.....	60
Figura 4.8. Rol en el hogar	61
Figura 4.9. Nivel de estudio.....	62
Figura 4.10. Vivienda	63
Figura 4.11. Uso del tiempo libre.....	64
Figura 4.12. Servicios básicos.....	64
Figura 4.13. Ocupación laboral	65
Figura 4.14. Ingresos mensuales	66
Figura 4.15. Sector laboral	67
Figura 4.16. Cultivo que posee.....	68
Figura 4.17. Tiempo dedicado en la producción de cacao.....	69
Figura 4.18. Variedad de cacao.....	70
Figura 4.19. Producción de cacao	71
Figura 4.20. Mercado	72
Figura 4.21. Ganancias	73
Figura 4.22. Destino de la mazorca (cáscara) de cacao.....	74
Figura 4.23. Superficie cultivada de cacao	75
Figura 4.24. Número de plantas de cacao.....	76
Figura 4.25. Fuente de suministro de agua	76
Figura 4.26. Sistema de riesgo.....	77
Figura 4.27. Buenas Prácticas Ambientales	78
Figura 4.28. Capacitación en temas ambientales	79
Figura 4.29. Participación en proyectos asociados a la gestión ambiental	79
Figura 4.30. Tipo de proyecto de gestión ambiental	80

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo establecer estrategias de valoración de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en función de sus características fisicoquímicas y funcionales en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga, cantón Bolívar como aporte a la economía circular. Se diagnosticó la situación actual de las fincas productoras de cacao del sitio Guabal. Posteriormente, se determinó la composición fisicoquímica y funcional de la cáscara de cacao, y se establecieron estrategias de valoración ambiental con base a su caracterización fisicoquímica y funcional. La metodología aplicada corresponde a un estudio no experimental transeccional, empleando los métodos inductivo, deductivo y analítico-sintético; y técnicas como la observación, la entrevista y la encuesta. Los resultados muestran que las actividades productivas no generan impactos ambientales altamente significativos, únicamente impactos significativos (30,30%), despreciables (56,06%) y benéficos (13,64%). La caracterización fisicoquímica y funcional reporta que este residuo posee 10,57% de humedad; 2,15% de proteína bruta; 0,31% de grasa etérea; 24,90% de fibra cruda; 10,08% de cenizas; 137,55 mg Ácido Gálico Equivalente/ 100g de muestra de Contenido de Polifenoles Totales; 51,05% de FDN; 40,49% de FDA; 10,55% de Hemicelulosa; y 52,00% de ELN. Por lo que, las estrategias de valoración de este subproducto con base a lo establecido en el Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador y la Agenda 2030, se enmarcan en la obtención de nuevos subproductos farmacéuticos, médicos, nutracéuticos o alimentos funcionales de elevado interés comercial y ambiental para el sector cacaoero, que contribuyen al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, 7, 11 y 12.

PALABRAS CLAVE

Cáscara de mazorca de cacao, valoración ambiental, economía circular.

ABSTRACT

The objective of this research was to establish strategies for the valuation of cocoa shells (*Theobroma cacao* L.) according to their physicochemical and functional characteristics at the Guabal site in Quiroga parish, Bolivar canton, as a contribution to the circular economy. The current situation of the cocoa-producing farms of the Guabal site was diagnosed. Subsequently, the physicochemical and functional composition of cocoa shells was determined, and environmental valuation strategies were established based on their physicochemical and functional characterization. The methodology applied corresponds to a non-experimental transectional study, using inductive, deductive and analytical-synthetic methods; and techniques such as observation, interview and survey. The results show that the productive activities do not generate highly significant environmental impacts, only significant (30.30%), negligible (56.06%) and beneficial (13.64%) impacts. The physicochemical and functional characterization reports that this residue has 10.57% moisture; 2.15% crude protein; 0.31% ethereal fat; 24.90% crude fiber; 10.08% ash; 137.55 mg Equivalent Gallic Acid/ 100g sample of Total Polyphenol Content; 51.05% NDF; 40.49% FDA; 10.55% Hemicellulose; and 52.00% ELN. Therefore, the valuation strategies for this by-product based on the provisions of the Circular Economy White Paper of Ecuador and Agenda 2030, are framed in obtaining new pharmaceutical, medical, nutraceutical or functional food by-products of high commercial and environmental interest for the cocoa sector, which contribute to the fulfillment of Sustainable Development Goals 6, 7, 11 and 12.

KEY WORDS

Cocoa husk, environmental valuation, circular economy.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas de contaminación ambiental en la actualidad tienen su origen fundamentalmente por causas derivadas de la actividad humana, siendo la generación de residuos uno de los principales problemas de la sociedad actual (Bernal, 2021, p. 14). Según el último informe de la Organización Internacional del Cacao (2020) la producción de cacao durante la cosecha 2019/2020 generó 19 millones de toneladas de biomasa residual, de la cual el 70% corresponde a la cáscara de la mazorca de cacao (Gutiérrez, 2020, p. 3), que es considerada un material de difícil degradación debido a su alto contenido de lignina (45,39%), celulosa (27,04%) y hemicelulosa (2,97%) (Herrera *et al.*, 2020, p. 27).

En los últimos años, Ecuador ha incrementado su producción de cacao alcanzando un volumen de 293.487 toneladas de granos de cacao, sin embargo, durante el proceso de extracción de la pulpa se generan diversos residuos (Delgado, 2018, p. 12), entre ellos la cáscara que es el primer subproducto a lo largo de la cadena de producción del cacao y representa aproximadamente al 70% del fruto (Gutiérrez, 2021) el cual es desechado al entorno sin recibir tratamiento previo ni importar su disposición final (Castillo *et al.*, 2018), lo que da lugar a la aparición de olores fétidos y al deterioro del paisaje, así como también a problemas de contaminación de suelos y cuerpos de agua aledaños en la época de lluvias por las escorrentías del agua de lluvia (Chávez, 2017, p. 1).

Manabí es una de las provincias del Ecuador que genera residuos a partir del acopio de cacao por tener las mayores actividades agropecuarias en función a este cultivo (Andrade y Solórzano, 2017, p. 1), los cuales, en su proceso de putrefacción generan el desarrollo de plagas y enfermedades que afectan los cultivos y aportan a la contaminación del ambiente (Macías, 2021, p. 7), ya que no existen estrategias de valoración ambiental que permitan el aprovechamiento de los residuos generados durante su cadena de valor (Gutiérrez, 2020, p. 5).

En el cantón Bolívar, específicamente en sus parroquias rurales Quiroga y Membrillo la producción del cacao fino y de aroma ha crecido considerablemente

contando con alrededor de 650 fincas de las cuales existen unas 3.300 hectáreas sembradas (Carranza y Álava, 2011, pp. 3-4), donde las cáscaras de cacao son los residuos que se generan en mayor proporción, y que al no ser reutilizadas quedan en el abandono, convirtiéndose en contaminantes de suelos y aguas subterráneas (Andrade y Solórzano, 2017, p. 1), y en focos para la propagación del hongo *Phytophthora spp.* causante de la mazorca negra, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (Villamizar *et al.*, 2016, p. 66).

Bajo este contexto, el manejo incorrecto de la cáscara de cacao en los cultivos genera una pérdida del rendimiento anual entre el 30-90% (Gutiérrez, 2020, p. 8), por lo que los cacaocultores en la búsqueda de estrategias que los lleven a otorgar valor agregado a este residuo; plantean la idea de buscar un uso para su aprovechamiento como biomasa (Méndez *et al.*, 2021, p. 34), ya que al ser ricos en compuestos lignocelulósicos son una alternativa a las fuentes de energía no renovables (Sigüencia *et al.*, 2020), y una opción viable para la transformación de esta biomasa residual en productos químicos valiosos (Vásquez *et al.*, 2019, p. 72).

Con los antecedentes expuestos, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo contribuye la caracterización fisicoquímica y funcional de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de estrategias de valoración ambiental que aporten a la economía circular en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Según Faustino *et al.* (2019) los subproductos agroalimentarios representan una interesante fuente de compuestos bioactivos y tecnológicamente relevantes que, dado su bajo valor comercial, se presentan como una fuente potencial de nuevos aditivos naturales (p. 3). Dado así, Mellina *et al.* (2020) señala que la valorización de los subproductos agroalimentarios ha recibido una atención creciente en los últimos años debido a las posibilidades que ofrece para extraer compuestos bioactivos y dar valor añadido a los actuales flujos de efluentes sin valor, contribuyendo a la economía circular (p. 3).

La cáscara de cacao representa un valioso subproducto de la industria alimentaria, al ser una rica fuente de fibra dietética, proteínas y de valiosos compuestos bioactivos, que la convierte en una materia prima barata para la extracción de diferentes componentes con un alto valor económico (Panak *et al.*, 2018, p. 9).

Por esta razón, es pertinente promover el uso de la cáscara de cacao como materia prima y darle un valor agregado para la obtención de subproductos de interés comercial y ambiental (Macías, 2021, p. 7), mediante el reconocimiento de las características físicas, químicas y funcionales (Castillo *et al.*, 2018), que son la base para establecer estrategias de valoración ambiental, que contribuyan a la mejora de algunos indicadores socioeconómicos y ambientales y promuevan la sostenibilidad de la cadena de producción del cacao a nivel nacional e internacional (Gutiérrez, 2020, p. 16).

Bajo este contexto, la cáscara de cacao al ser un residuo con un alto contenido en nutrientes, minerales y antioxidantes permitiría obtener subproductos como combustible, carbón activado, biometano, alimento para animales, compost, bioplásticos, harina para panificación, estabilizantes, adsorbentes biológicos y químicos, bebidas fermentadas, fibra dietaria, papel, entre otros (Gutiérrez, 2020, pp. 14-15; Torres, 2019, p. 2), para dar un giro en el sistema productivo del cacao mediante una transición desde la economía lineal a la economía circular (Gutiérrez, 2020, p. 5).

Por lo tanto, la presente investigación permitirá que mediante el establecimiento de estrategias de valoración de la cáscara de cacao se cumpla con lo estipulado en la legislación ambiental ecuatoriana y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y se contribuya a dejar un impacto positivo a la comunidad de Guabal de la parroquia Quiroga debido a los beneficios económicos y ambientales que obtendrán a partir del aprovechamiento de este residuo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer estrategias de valoración ambiental en función de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar como aporte a la economía circular.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de las fincas productoras de cacao del sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar.
- Determinar la composición fisicoquímica y funcional de la cáscara de cacao en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar.
- Establecer estrategias de valoración ambiental con base a la caracterización fisicoquímica y funcional de las cáscaras de cacao en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar.

1.4. IDEA A DEFENDER

La caracterización fisicoquímica y funcional de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) contribuye en la elaboración de estrategias de valoración ambiental como aporte a la economía circular en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CACAO (*Theobroma cacao* L.)

2.1.1. GENERALIDADES DEL CACAO

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol nativo de Sudamérica de las cuencas del Orinoco y Amazonas (Saza y Jiménez, 2020, p. 4) y es considerado uno de los cultivos perennes de mayor importancia en el mundo, debido a que se obtienen subproductos de gran valor nutritivo y económico (López y Gil, 2017, p. 611), dado así Calle (2017) atribuye que la composición nutricional del cacao es el siguiente:

Tabla 2.1.

Composición Nutricional del Cacao.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Proteína	%	11,5
Celulosa	%	9,0
Almidón	%	7,5
Calorías	Kcal	228
Grasas totales	G	14
Calcio	Mg	128
Hierro	Mg	13,9
Sodio	Mg	21
Potasio	Mg	1,524
Hidratos de carbono	G	58
Fibra de carbono	G	33
Taninos	%	5,0
Agua	%	6,30
Olio elementos y sales	%	0,72
Ácidos orgánicos esenciales	%	2,0
Azúcares	G	1,8
Cafeína	Mg	230

Fuente: Tomado de Calle (2017).

El cacao crece comúnmente adaptado a climas tropicales en áreas de alta precipitación (1500 a 2000 mm) y pertenece a la familia *Malvaceae* (Angulo *et al.*, 2021, p. 262), puede alcanzar hasta los 10 metros de altura, pero se mantiene a una altura de 2 a 3 metros para ayudar a controlar el fruto, con flores durante todo el año que son fértiles sólo en dos épocas del año (Villamizar *et al.*, 2017, p. 66). Posee troncos erectos y listos de color marrón pálido casi blanco y hojas

ovales con ápice bien marcado de hasta 25 cm de longitud de un color rojizo cuando son jóvenes y verde brillante cuando son adultas (Calle, 2017, p. 4).

De Souza *et al.* (2018) señala que el cacao produce pequeñas flores en grupos pequeños en los troncos y las ramas principales inferiores de los árboles, las cuales al ser polinizadas se convierten en bayas (vainas), que maduran en un periodo de 5 – 6 meses y se vuelven amarillas o anaranjadas. La baya es una drupa de 2,5 – 4,0 cm por 1,25 – 1,75 cm, que contiene entre 20 y 40 semillas (granos) y está rodeada de una pulpa mucilaginosa.

2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CACAO

Cotto (2019) atribuye que la clasificación taxonómica del cacao es la siguiente:

Tabla 2.2.

Taxonomía del Cacao.

Taxonomía: <i>Theobroma cacao</i> L.	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Subfamilia:	Byttnerioideae
Tribu:	Theobromeae
Género:	Theobroma
Especie:	<i>Theobroma cacao</i> L.

Fuente: Tomado de Cotto (2019).

2.1.3. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

De acuerdo a Montes (2016) el crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva, es por ello que tanto las condiciones climáticas y edáficas deben ser satisfactorias.

Variables climáticas

- **Precipitación:** entre 1200 hasta los 4000 mm.
- **Temperatura:** promedios mensuales superiores a 30 °C e inferiores a 20 °C.
- **Altitud:** desde 300 a 400 msnm y de 600 a 80 msnm.
- **Luminosidad:** del 40 al 50% para el cultivo en formación y del 60 al 75% para plantaciones adultas.
- **Viento:** velocidad del orden 4 m/s, dado que los vientos fuertes producen pérdida de floración de las plantaciones.

Variable edáfica

- **Profundidad:** entre 0.80 – 1.50 m.
- **Textura:** suelo franco, franco-arcilloso, franco-arenoso, franco-arcilloso y franco-limoso.
- **Porosidad:** entre 10 hasta el 66%.
- **Manto freático:** profundidad mayor de 1.5 m.
- **pH:** entre 6.0 a 7.0.
- **Materia orgánica:** mayor al 3%.
- **Relación carbono/nitrógeno(C/N):** mínimo 9.
- **Pendiente:** en lo posible planos (vegas) o ligeramente inclinados o suavemente ondulados.

2.1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL CACAO

De acuerdo Perea *et al.* (2011) el cacao es una fuente importante de proteína, fibra y grasa, siendo esta última rica en ácido esteárico, un ácido graso neutro no aterogénico y en ácido linoleico, un ácido graso esencial, asimismo de varios minerales (potasio, magnesio, fósforo), además de cantidades apreciables de polifenoles especialmente flavonoides, sustancias con alto potencial antioxidante.

Botero *et al.* (2016) indica que el contenido de polifenoles totales en los frutos de cacao puede oscilar entre 75,5 y 43,5 mg equivalentes de ácido gálico (GAE) g⁻¹, dado así Ordóñez *et al.* (2019) atribuye que los polifenoles de interés en el cacao son los del grupo de flavonoides, como las catequinas (37%), antocianinas

(4%) y procianidinas (58%), los flavonoides, se destacan por su baja toxicidad y elevada acción antioxidante, y su capacidad de inhibir la peroxidación lipídica al reducir radicales libres y quelar metales.

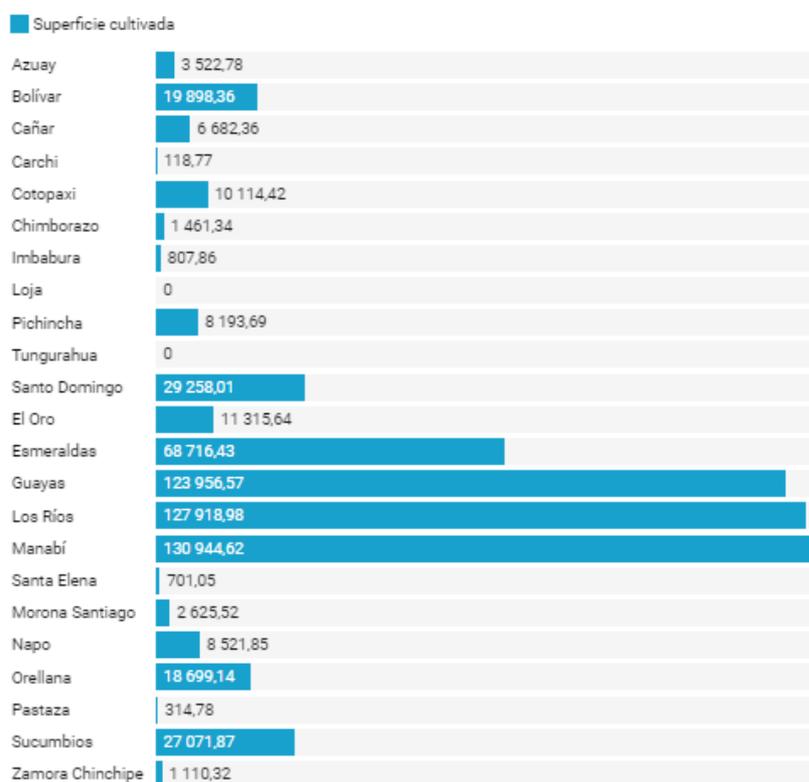
Los flavonoides de cacao tienen un amplio rango de propiedades biológicas como la modulación de la síntesis de eicosanoides, el incremento de la síntesis de óxido nítrico, la disminución de la razón de oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL), la inhibición de la activación de las plaquetas, la estimulación de la producción de citoquinas antiinflamatorias y la inhibición de la producción de algunas citoquinas proinflamatorias (Quiñones *et al.*, 2013).

Por otro lado, existen reportes de que las propiedades antioxidantes de frutos y vegetales dependen de su lugar de origen, clima y características del suelo de cultivo, dado que existe una relación proporcional entre el contenido de polifenoles con los cambios en la altitud de los cultivos de plantas, a mayor altura sobre el nivel del mar mayor contenido de fenoles totales (Tello *et al.*, 2020).

2.1.5. PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL ECUADOR

En Suramérica existen variedades de cacao dentro de la región, donde resaltan países como Brasil, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú, siendo estos dos últimos reconocidos por el mejor grano y por el cacao fino de aroma (Andrade *et al.*, 2019, p. 2). En Ecuador el cacao es un cultivo de gran importancia económica y social, pues aproximadamente el 13% de la población económicamente activa (PEA) agrícola del país se relaciona con dicho cultivo (Caicedo y Díaz, 2020, p. 53).

Cobos (2021) menciona que de acuerdo con cifras del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en Ecuador se cultivan alrededor de 601.000 hectáreas de cacao, 77% de las parcelas se sitúan en la Costa, 13% en las provincias de la Sierra y 10% en la región amazónica, siendo las provincias con mayor superficie de cacao cultivada Manabí con 130.945 hectáreas, Los Ríos con 127.919 y Guayas con 123.957 (Figura 2.1).

Figura 2.1.*Superficie Cultivada de Cacao por Provincia.*

**Hectáreas, toneladas métricas.*

Fuente: Tomada de Cobos (2021).

Bajo este contexto, Cobos (2017) afirma que Ecuador es un país cacaotero debido a que se cultiva y cosecha en 21 de las 24 provincias, las cuales por sus características geográficas y climáticas ofrecen una amplia gama en cuanto a variedad, calidad, aroma y sabor.

Las variedades que se cultivan son dos, cada una de ellas únicas en el mundo, conocidas con el nombre de Cacao Arriba (Nacional o “fino de aroma”) y la otra variedad llamada Híbrido (CCN-51) (Carpio *et al.*, 2018, p. 214). El 70% de las exportaciones de cacao del Ecuador corresponde al cacao fino y de aroma, que posicionan al país en el primer productor de cacao “fino de aroma” en el mundo, con más del 70% de la producción mundial (Sánchez *et al.*, 2019, p. 50).

En el Ecuador el sector cacaotero es uno de los productos que dinamiza la economía del país, en el periodo del 2020 ha aumentado su contribución al Producto Interno Bruto (PIB), en lo cual, demuestra que el cacao es un producto

que poco a poco se ha convertido en productor de ingresos marginales, que se ha vuelto llamativo por parte de los agricultores, y aún más por el aumento del precio internacional (Vargas *et al.*, 2021, p. 178), el cual es altamente apreciado en el mercado internacional por su calidad y aroma para la fabricación de chocolates finos, revestimientos y coberturas (Trujillo, 2017, p. 13).

2.1.6. RESIDUOS DE CACAO

En el proceso productivo del cacao se generan una serie de residuos a partir de la poda y de la cosecha del mismo, tales como los restos de poda, cascarones, placenta, las semillas negras o afectadas por enfermedades que son desechados para disminuir la calidad del producto (Lock, 2018, p. 30), donde solo se aprovecha económicamente el 10 % del peso del grano fresco del cacao constituyendo el restante 90% respectivamente en desechos orgánicos de finca (Balladares, 2015, p. 37).

Tabla 2.3.

Residuos del Cacao y Cantidades Generadas.

Residuos	Cantidad generada
Poda	20,24 tn/ha
Cáscaras	90% del fruto fresco
Placenta o mucílago	1,72% del fruto fresco
Semillas dañadas	6 – 8% del fruto fresco

Fuente: Tomado de Lock (2018).

Lozano (2020) señala que varios estudios han reportado la existencia de moléculas con características bioactivas en los residuos del cacao como se aprecia en la tabla 2.4.

Tabla 2.4.*Compuestos de Interés de los Residuos del Cacao.*

Subproducto del cacao	Compuesto de interés	Cantidad
Cascarilla del cacao	Fibra dietética	56,8 – 40,14 %
	Proteínas	6,30 – 8,48 %
	Polifenoles	6,1-20,28 mg GAE/g
	Vitamina C	0.03 mg/100g
	Teobromina	1 %
Mucilago	Azúcares	10-15,9 %
	Pectina	0,9-1,19 %
	Ácido cítrico	0,77-1,52 %
Placenta (después de la fermentación)	Fibra dietética	42,66%
	Proteínas	8,4%
	Polifenoles	37,5 mg GAE/100g MS
	Taninos	10,86 mg TAE/100g MS
	Flavonoides	3,05 mg QE/100g MS
Mazorca del cacao y cacota	Epicatequinas	1,405-3,78 mg/g
	Cafeína	0,724-1,879 mg/g
	Teobromina	7,67-9,679 mg/g
	Polifenoles	16,4-23,0 mg GAE/g

Fuente: Tomado de Lozano (2020).

Vásquez *et al.* (2019) atribuye que estos compuestos pueden ser extraídos mediante una extracción química o bioconversión tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2.5.*Principales Bio-Compuestos Obtenidos a partir de Biomasa Residual de Cacao.*

Residuo	Bioconversión	Extracción Química
Cascarilla del cacao	-	- Extractos con actividad antimicrobiana y actividad antiglicosiltransferasa.
		- Precursor de monolitos de carbono sin aglutinantes.
		- Fibra dietaria.
		- Extractos para aplicaciones dentales.
Pulpa descartada después de la fermentación.	- Lipasas.	- Fibra dietaria.
	- Vino de cacao.	
	- Vino de frutas.	
	- Bebidas de cacao.	
	- Bebidas alcohólicas.	
Mazorca y cacota de cacao	- Gel de pectina altamente acetilado.	- Comida para ganado. - Goma Xantana. - Fructosiltransferasa.
	- Fibra dietética con actividad antioxidante.	
	- Fertilizante potásico.	
	- Antivirales, antibacteriales y captadores de radicales.	
	- Extractos con potencial antioxidante.	

– Absorbentes	para	– Goma Xantana.
descontaminación ambiental.		– Fructosiltransferasa.
– Teobromina y cafeína.		

Fuente: Tomado de Vásquez *et al.* (2019).

Ardila y Carrera (2011) menciona que la cáscara de la mazorca de cacao es uno de los desechos del proceso productivo del cacao que comúnmente los productores destinan como abono para el mismo cultivo, sin embargo, este uso tiene la desventaja de que el material se convierta en medio de cultivo de patógenos que afectan a los mismos cultivos de cacao (p. 18).

Estudios realizados por Guanga (2018) demuestran que los residuos de cacao permiten generar una biomasa, la cual se presenta cuando los frutos son cosechados y se someten al despulpado, para posteriormente colocar la cáscara para su secado, para finalmente ser embolsada y etiquetada para su análisis de composición (p. 17).

2.1.7. CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO

De acuerdo a Macías (2021) la cáscara de mazorca de cacao es gruesa y de una consistencia similar al cuero (p. 25), está compuesta por celulosa (26%), lignina (24%), hemicelulosa (9%) y pectina (2%), entre otros (Rojas, 2019, p. 9) y su valor calórico va de 17 a 22 MJ kg⁻¹ (Oduro *et al.*, 2018). Es el residuo obtenido después de extraer la pulpa del cacao, que, en peso, se calcula que hay entre 7 y 8 kg de cáscara de cacao fresca por cada kg de cacao en grano producido (Martínez *et al.*, 2015, p. 330).

La cáscara de mazorca de cacao está constituida por exocarpio y mesocarpio (4 a 8 mm de grosor), el mesocarpio de la cáscara de cacao, es considerado fuente de fibra dietética dado que contiene 5.45% de fibra, 1.07% de proteína, 1.41% minerales, 0.02% de grasas, 7.05% de carbohidratos, 85% de humedad y 0.89% de pectinas (Tonato, 2017).

En los últimos años, se ha buscado aprovechar la cáscara de mazorca de cacao de diferentes formas, principalmente en los países de mayor producción, donde la disposición final se ha convertido en un problema (Cayo, 2018, p. 7), que ha representado por largo tiempo el inconveniente de la acumulación de biomasa

en grandes pilas en el lugar del corte o partido para la extracción de la semilla (Murillo *et al.*, 2020, p. 68), lo que se ha traducido en un foco para la propagación del hongo *Phytophthora spp.* causante de la mazorca negra, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (Villamizar *et al.*, 2017, p. 66). Dado así, esta problemática ambiental a la cual no se le ha dado importancia alguna debido al desconocimiento de los productores, es la base para considerar a la actividad cacaotera como una posible fuente de materia prima para la minimización de impactos negativos de este sector (Castillo *et al.*, 2018).

2.1.7.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y FUNCIONAL DE LA CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO

Estudios realizados por Campos *et al.* (2018) señalan que la cáscara de mazorca de cacao fresca picada manualmente (~ 1 cm de grosor) tiene la siguiente composición porcentual: materia orgánica 87%, que incluye proteína bruta, fibra, grasa y extracto libre de nitrógeno (8.4, 55.7, 2.5 y 20.6%, respectivamente), donde la fracción de fibra está formada por fibras detergentes neutras y ácidas (80.7 y 74,6%), hemicelulosa (6.0), celulosa (35.3) y lignina (38.8) con hasta un 40% de digestibilidad *in vitro* (materia seca y orgánica).

Martínez *et al.* (2015) también examinaron cáscara de mazorca de cacao comprobando que, con base en cenizas libres, contienen 35, 30 y 10 wt % de lignina, celulosa y hemicelulosa; el porcentaje restante corresponde a extractos. La ceniza (Si, K, P, Mg, Ca, Al, Mn, Fe, Na) representa 10 a 15 wt %, y es la fracción inorgánica de la biomasa (p. 330).

La investigación realizada por Sarmiento (2019) sobre la “*Evaluación del uso de la cáscara de cacao como sustituto parcial de la matriz polimérica en la obtención de espumas de poliuretano*” demuestra que la composición química de cáscara de cacao es la siguiente:

Tabla 2.6.*Composición Química de la Cáscara Mazorca de Cacao.*

Componente	% p/p	Componente	% p/p
Humedad	85	Carbohidratos	7.05
Proteína	1.07	N	0.171
Minerales	1.41	P	0.026
Grasa	0.02	K	0.545
Fibra	5.45	Pectinas	0.89

Fuente: Tomado de Sarmiento (2019).

Rojas (2019) enfatiza que el alto contenido de humedad (85%) en la cáscara puede ser debido a las características climáticas que se requieren para el crecimiento del *Theobroma cacao L.* en conjunto con las condiciones meteorológicas del medio en que se encuentre el cultivo (p. 65).

Por otra parte, la tabla 2.7 muestra una recopilación de la composición fisicoquímica y de fibra de la cáscara de mazorca de cacao reportada por Cayo (2018):

Tabla 2.7.*Composición de la Cáscara de Cacao.*

Descripción	Valor ¹	Valor ²	Valor ³	Valor ⁴	Valor ⁵	Valor ⁶	Valor ⁷	Valor ⁸	Unidad
Humedad	85.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia seca	-	-	-	89.50	91.50	-	-	90.5	%
Proteína cruda	1.07	7.97	-	10.74	8.600	2.42	-	8.6	%
Fibra cruda	-5.45	29.78	-	-	-	-	-	-	%
Lípidos	0.02	2.01	-	-	1.500	0.93	-	-	%
Carbohidratos totales	7.05	45.89	-	-	32.30	85.21	-	58.6	%
Azúcares reductores	-	-	-	-	10.40	-	-	18.3	%
Hemicelulosa	-	-	-	8.720	-	-	10.80 – 11.00	-	%
Celulosa	-	-	4.59	24.24	-	-	35.00	-	%
Lignina	-	-	49.56	26.38	21.40	-	14.60	-	%
Fibra dietética insoluble	-	-	-	-	27.00	-	-	77.7	%
Fibra dietética soluble	-	-	-	-	9.600	-	-	4.4	%
Fibra detergente ácida	-	-	-	50.62	-	-	-	-	%
Fibra detergente neutra	-	-	-	59.34	-	-	-	-	%

Extractos de éter	-	-	-	2.630	-	-	-	6.2	%
Cenizas	-	7.13	-	10.02	6.700	11.44	9.100 - 10.10	7.6	%
Materia orgánica	-	-	-	-	-	-	-	-	%
Carbono orgánico	-	-	-	-	-	-	-	-	%
Pectina	0.89	-	-	-	-	-	6.100	-	%
Theobromina	-	-	-	0.3400	-	-	-	-	%
Ca	-	-	-	-	2.540	-	-	-	g/kg
P	0.026	-	-	-	-	-	-	-	g/kg
K	0.545	-	-	438.5	27.70	-	-	-	g/kg
Na	-	-	-	-	105.0	-	-	-	g/kg
Mg	-	-	-	-	1.100	-	-	-	g/kg
Cu	-	-	-	-	61.80	-	-	-	mg/kg
Fe	-	-	-	-	58.00	-	-	-	mg/kg
Mn	-	-	-	-	357.2	-	-	-	mg/kg
Zn	-	-	-	-	995.4	-	-	-	mg/kg
Se	-	-	-	-	1.00	-	-	-	mg/kg
N	-0.171	-	-	-	-	-	-	-	mg/kg

Fuente: Tomada de ¹Ortiz y Álvarez (2015); ²Murillo *et al.* (2020); ³Ofori y Teong (2013); ⁴Sarmiento (2019); ⁵Vriesmann *et al.* (2011); ⁶Nguyen y Nguyen (2017); ⁷Titiloye *et al.* (2013); ⁸Muñoz *et al.* (2019).

Por otra parte, Sotelo *et al.* (2017) en su estudio sobre “*Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (Theobroma cacao L.), determinación de su capacidad antioxidante*” determinó que las cáscaras de mazorca de cacao poseen un alto contenido de polifenoles de 16.40 – 23.01 EAG/g y una buena capacidad antioxidante con valores FRAP de 13660.13 – 16904.25 $\mu\text{m TE}/100\text{ g}$, ABTS de 11603.12 – 22961.57 $\mu\text{m TE}/100\text{ g}$ y ORAC de 25150.94 – 34292.71 $\mu\text{m TE}/100\text{ g}$, lo que hace a este subproducto una fuente atractiva para la obtención de compuestos bioactivos, como epicatequina (0.2482 – 0.3505 mg g^{-1}), cafeína (0.0209 – 0.0427 mg g^{-1}) y teobromina (0.0200 – 0.0375 mg g^{-1}).

2.1.7.2. LA CÁSCARA MAZORCA DE CACAO COMO FUENTE DE MATERIA PRIMA

Castillo *et al.* (2018) indica que en la actualidad se ha encontrado que las cáscaras de los frutos de cacao son las principales fuentes de antioxidantes naturales, por lo que se ha propuesto utilizar estos subproductos de la industria como una posible fuente de materia prima proveedora de pectinas, antioxidantes, fibras, entre otros. Esto lo comparte Sotelo *et al.* (2016) al afirmar la composición les da la posibilidad de obtener compuestos bioactivos y fibra

dietética que podrían ser utilizados como ingrediente en la elaboración de alimentos.

Campos *et al.* (2018) menciona que se ha investigado ampliamente la cáscara de mazorca de cacao como alimento para aves de corral y/o ganado por su contenido de proteínas (5.9 – 9.1%), fibra (22.6 – 35.7%), grasa bruta (1.2 – 10%) y minerales, entre otros. Esto lo respalda Trujillo (2017) al indicar que las cáscaras de cacao frescas, secadas y hechas harina, son casi tan nutritivas como el maíz en la composición de dietas del ganado vacuno (p. 14).

Trujillo (2017) también estudió la viabilidad de la cáscara de mazorca cacao como alternativa de sustrato para la germinación de semillas de hortalizas, evidenciando que este se ve limitado por el contenido de alcaloides y baja retención de humedad, por lo que recomienda lavar el sustrato con alcohol y pH ácido para mejorar la germinación y la calidad del sustrato, así como también disminuir el tamaño de las partículas del sustrato mediante una molienda para retener el agua por más tiempo.

Así mismo, Murillo *et al.* (2020) en su estudio sobre las “*Características fisicoquímicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)*” determinó que la cáscara de cacao presenta un alto contenido de polifenoles (cacao criollo: 69,53 y CNN51: 57,64) y una gran actividad antioxidante (cacao criollo: 60,30 y CNN51: 48,90) en comparación a lo reportado en otras partes del cacao, por lo que como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales sería de gran utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Por otra parte, estudios de caracterización realizados por Macías (2021) han revelado que la cáscara de mazorca de cacao posee un gran poder de absorción y de retención de agua, un alto contenido de grupos OH los que se asocian principalmente a la presencia de celulosas y ligninas y por último una alta biodegradabilidad, razón por la que es considerado como un adsorbente eficaz de contaminantes en solución acuosa (p. 26). Además, Salazar (2016) menciona que también se puede emplear para producir energía en forma de combustible

sólido como sustituto de leña, ya que tiene alto poder calórico (17 a 22 MJ kg⁻¹) y contenido de ceniza similares a otros tipos de biomasa (p. 17).

Martínez *et al.* (2015) afirma que el uso de la cáscara de mazorca de cacao puede contribuir de manera importante a: la conservación de recursos fósiles no renovables, la neutralidad en el cambio climático de acuerdo con el principio de prevención, el desarrollo de fuentes de energía independientes, la creación de empleo y ganancias en áreas rurales regionales, la reducción de incendios y erosión de suelos, y el aumento de la biodiversidad en áreas agrícolas abandonadas (p. 331).

En definitiva, Gutiérrez (2020) afirma que la cáscara de mazorca de cacao es un residuo que contiene altos niveles de nutrientes, minerales y antioxidantes que permiten utilizarlo para la producción de combustible, desarrollo de adsorbentes, producción de carbón activado y la preparación de varios productos alimenticios. Además, su contenido en fibra y proteína facilita la elaboración de harinas, bebidas fermentadas y la extracción de hidrocoloides con propiedades estabilizantes.

2.1.7.3. PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO

La disposición inadecuada de los residuos de cáscara de mazorca de cacao ocasiona alteraciones en los diferentes medios abióticos, bióticos y socioeconómicos, e incluso puede llegar a generar pérdidas económicas, debido a que la eliminación de tales residuos supone un problema de gestión para los diferentes establecimientos productores (Vargas y Pérez, 2018).

En Ecuador se produce alrededor de 2 millones de toneladas de residuos de cacao al año, de los cuales alrededor del 70% corresponde a residuos de campo como con la mazorca descartable, cáscara de mazorca y residuos de la poda y el 30% restante corresponde a residuos industriales como son el raquis, el rechazo de producto y cáscara de grano (Cayo, 2018, p. 17).

Generalmente, estas se usan como fertilizante, ya sea en composta o aplicada directamente al suelo, sin embargo, estas prácticas pueden tener impactos

negativos debido a la probable transferencia de patógenos (Martínez *et al.*, 2015, p. 330), dado que en su proceso de putrefacción generan el desarrollo de plagas y enfermedades que afectan los cultivos y aportan a la contaminación del ambiente (Macías, 2021, p. 7). Esta situación se debe a que las cáscaras de cacao son de lenta degradación en condiciones naturales debido principalmente al alto contenido de celulosa y otros compuestos carbonados que requieren la adición de fuentes de nitrógeno que permitan un mejor balance de la relación C/N (De la Cruz, 2018).

Por lo tanto, el inadecuado manejo que se le da a la cáscara de mazorca de cacao, sumado el problema de contaminación que representa para los cultivos y el medio ambiente por su alto grado de propagación de plagas y microorganismos, está generando severas limitaciones para el crecimiento de la agroindustria a nivel mundial. Así lo demuestra Gutiérrez (2020) al indicar que el manejo erróneo de este residuo genera grandes pérdidas del rendimiento anual entre el 20-30% en todo el mundo, y que en cultivos pequeños se traduce en pérdidas del rendimiento anual entre el 30-90% (p. 8).

De esta manera, es fundamental aprovechar de manera eficiente el residuo de la cáscara de mazorca de cacao a través de la formulación de alternativas para darle valor agregado, de tal forma que permita proporcionar una correcta gestión en el manejo de estos residuos en los diferentes sectores productivos, y a su vez obtener beneficios tanto económicos como ambientales que aporten a la sustentabilidad de las fincas productoras de cacao.

2.2. VALORACIÓN AMBIENTAL

Según Haro y Taddei (2014) la valoración ambiental surge como una herramienta de la economía ambiental que se considera útil para valorar, en términos monetarios, los servicios que brindan los ecosistemas y su impacto en los ecosistemas, en otras palabras, busca intentar asignar un valor cuantitativo a los bienes y servicios proporcionados por los recursos ambientales, independientemente de si existen o no precios de mercado que permitan hacerlo; ello, con el fin de generar indicadores que ilustren la importancia de estos recursos para la sociedad.

Arocutipa (2019) atribuye que como medio para facilitar la toma de decisiones de gestión, el objetivo principal de la valoración ambiental es resaltar la eficiencia económica global de los diferentes usos que excluyen (o no) los recursos, es decir, que los recursos deben asignarse a los usos que reporten ganancias netas a la sociedad, lo que se evalúa comparando los beneficios económicos menos sus costos.

2.2.1. VALORACIÓN AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Existen numerosas investigaciones que tratan sobre estrategias de valorización dirigidas a la generación de compuestos de valor con alta funcionalidad y/o bioactividad a partir de residuos agroindustriales y su potencial como nuevas fuentes de aditivos alimentarios, biocombustibles, bioquímicos, biomateriales, entre otros (Faustino *et al.*, 2019, p. 4). Sin embargo, la falta de tecnología y conocimiento acerca de la elaboración de subproductos a partir de residuos agrícolas es un problema en la actualidad (Trujillo, 2017, p. 14), por lo que es de vital importancia priorizar estudios enfocados al aprovechamiento de los residuos de acuerdo a la disponibilidad tecnológica de cada país (Crisosto, 2020).

Los residuos agroindustriales que se generan de cualquier actividad o proceso productivo presentan características óptimas para su aprovechamiento en otra cadena de producción o como alternativa de tratamiento o recuperación de algún medio contaminado (Vargas y Pérez, 2018, p. 60), mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos (Mejías *et al.*, 2016, p. 28).

Existen básicamente tres grupos de tecnologías para la recuperación de los residuos agroindustriales: 1) valorización biológica y química que permite obtener gases, líquidos o sólidos comercializables (pectinas, enzimas, aceites esenciales, fibra dietaria como alimento para animales y humanos, hongos comestibles, flavonoides y carotenoides) a partir de residuos orgánicos; 2) obtención de combustibles como el biogás; y 3) valorización térmica que busca la reducción del volumen de los residuos y la recuperación de energía a partir de los gases, líquidos y sólidos generados, utilizando procesos como la incineración y la pirólisis (Yepes *et al.*, 2008; Vargas y Pérez, 2018).

Bajo este contexto, Pérez (2020) afirma que es fundamental conocer la composición de los residuos para la adecuada selección de tecnologías y aprovechamiento, siendo así las características fisicoquímicas, las de mayor relevancia si se desea someter el residuo a un tratamiento posterior para la obtención de subproductos de elevado potencial económico y ambiental.

2.2.2. VALORACIÓN AMBIENTAL DEL RESIDUO DE LA CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO

Oduro *et al.* (2018) menciona que las cáscaras de mazorca de cacao son un recurso sin explotar que podría suponer un importante beneficio agrícola y económico. Dado así, Campos *et al.* (2018) han demostrado que la cáscara de cacao, el principal subproducto de la industria del cacao (hasta un 76%), es una fuente abundante, barata y renovable de compuestos bioactivos como fibra dietética, pectina, compuestos antioxidantes, minerales y teobromina, lo que justifica su valorización.

La investigación realizada por Rojas (2021) demuestra que el uso de carbón activado obtenido a partir de cáscara de mazorca cacao es una estrategia viable y de bajo costo que puede ser utilizado en el tratamiento de las aguas contaminadas de manera amigable con el medio ambiente, ya que al ser económico se pueden producir en grandes cantidades y aprovechar la cáscara de cacao al máximo.

Así mismo, Campos *et al.* (2018) detalla en la tabla 2.8 posibles aplicaciones de la cáscara de mazorca de cacao, las cuales son consideradas como una alternativa interesante de alto valor económico-ambiental:

Tabla 2.8.*Posibles Aplicaciones de la Cáscara de Mazorca de Cacao.*

Industria alimentaria	Industria de los combustibles	Industria dermatológica/cosmética	Industria médica/farmacéutica	Otros
Obtención de compuestos de sabor/aroma	Sustrato de producción de etanol	Blanqueamiento de la piel	Extracción de potasio	Obtención de lipasa
Agente texturizante	Catalizador para la producción de biodiésel	Hidratación de la piel	Síntesis de nanopartículas contra bacterias clínicas multirresistentes	Crema limpiadora y acondicionadora sin residuos
Conservación de olores, aromas y colores	Carbón vegetal, combustible y gas no condensable	Protección solar		
Encapsulación Goma vegetal		Reducción de arrugas		

Fuente: Tomado de Campos *et al.* (2018).

Por su parte Gutiérrez (2020) plantea que las principales estrategias de valorización establecidas a partir de la extracción química de pectina de la cáscara de mazorca de cacao son (p. 13):

- Biometano.
- Carbón activado.
- Alimento para animales.
- Compostaje.
- Bioplásticos.
- Harina para panificación.
- Elaboración de bebida fermentada.

Además de las principales alternativas de valorización antes citadas, en la Tabla 2.9 se mencionan ejemplos claros de otros usos que se puede dar a este subproducto.

Tabla 2.9.*Principales Estrategias de Valoración para la Cáscara de Mazorca de Cacao.*

Aplicación	Descripción	Referencia
Producción de harina	Analizar propiedades de la harina obtenida de dos variedades de cacao	Villamizar <i>et al.</i> (2021)
Obtención de espumas de Poliuretano	Evaluación del uso de la cáscara de cacao como sustituto parcial de la matriz polimérica en la obtención de espumas de poliuretano.	Sarmiento (2019)
Biocombustible sólido	Obtención de un biocombustible sólido por torrefacción húmeda a partir de la cáscara de la mazorca de cacao para la generación de energía.	Cayo (2018)
Adsorbente de elementos contaminantes en soluciones acuosas	Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como adsorbente.	Ardila y Carreño (2011)
Sustrato para la germinación de semillas de hortalizas	Uso de la cáscara de la mazorca de cacao como alternativa de sustrato para la germinación de semillas de hortalizas.	Trujillo (2017)
Producción de carbón activado	Aprovechamiento de residuos de cáscara de cacao en la obtención de carbón activado para ser usado como medio filtrante.	Macías (2021)
Alternativa de bioprospección agroindustrial	Extracción de almidón de cáscara de cacao <i>Theobroma cacao</i> L. como alternativa de bioprospección	Herrera <i>et al.</i> (2020)
Alimento para cerdo	La cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) y su efecto como suplemento alimenticio en la producción de cerdos de engorde.	Pinargote (2017)
Elaboración de pulpa de papel	Obtención de celulosa a partir de la cáscara de cacao ecuatoriano (<i>Theobroma cacao</i> L.) mediante hidrólisis térmica para la elaboración de pulpa de papel	Torres (2019)

En síntesis, esta revisión bibliográfica evidencia que la cáscara de cacao representa una importante, y desafiante, oportunidad económica y medioambiental, dado que se puede generar nuevos subproductos farmacéuticos, médicos, nutracéuticos o alimentos funcionales de elevado interés comercial y ambiental para el sector cacaotero.

2.3. ECONOMÍA CIRCULAR

De acuerdo a Morsetto (2020) la economía circular puede definirse como un modelo económico orientado al uso eficiente de los recursos a través de la

minimización de los residuos, la retención del valor a largo plazo, la reducción de los recursos primarios y los bucles cerrados de productos, partes de productos y materiales dentro de los límites de la protección medioambiental y los beneficios socioeconómicos.

Prieto *et al.* (2018) enfatiza que el cambio a una economía circular requiere innovaciones ecológicas para cerrar el bucle del ciclo de vida de los productos, obtener productos valiosos para otros a partir de los residuos y resolver las necesidades de resiliencia medioambiental a pesar de la tendencia al crecimiento económico. En consecuencia, Corvellec *et al.* (2021) atribuye que los modelos empresariales circulares deben reducir los costes, aumentar los ingresos y gestionar los riesgos, así como ofrecer posibilidades para que el sector financiero contribuya a una transición hacia la sostenibilidad.

Ecuador no se queda atrás en la aplicación de este modelo que trae grandes beneficios, económicos, ambientales y sociales (Garabiza *et al.*, 2021), dado que para la aplicación del modelo cuenta con el llamado Libro Blanco para la economía circular donde se recopilan los conceptos de esta economía para plantear un modelo de desarrollo regenerativo y restaurativo para el país, estableciéndose líneas de estrategias y acciones para lograrlo, enfocados en cuatro ejes como Política y financiamiento, Producción sostenible, Consumo Responsable, y Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca y Corporación Técnica Alemana y GIZ, 2021).

2.3.1. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Porcelli y Martínez (2018) mencionan que la economía circular se basa en tres principios claves, cada uno de los cuales aborda varios de los retos en términos de recursos y del sistema a los que han de hacer frente las economías industriales.

- **Principio 1. Preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables:** en caso de necesitarse recursos, el sistema circular los selecciona de forma sensata y elige, en la medida de lo posible, tecnologías y procesos que utilizan

recursos renovables o de mayor rendimiento. En este principio se identifican dos pilares: el ecodiseño y la economía funcional y se añade la reducción del derroche.

- **Principio 2. Optimizar los rendimientos de los recursos distribuyendo productos, componentes y materias con su utilidad máxima en todo momento, tanto en ciclos técnicos como biológicos:** esto implica diseñar para refabricar, reacondicionar y reciclar —las tres R— para mantener los componentes técnicos y materias circulando y contribuyendo con la economía.
- **Principio 3. Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos:** incluye reducir los daños al uso humano, tales como los relacionados con los alimentos, la movilidad, la vivienda, la educación, la salud y el ocio.

Seguí *et al.* (2018) enfatiza que los tres principios de la economía circular se pueden traducir en seis acciones comerciales: Regenerate (regenerar), Share (compartir), Optimise (optimizar), Loop (crear bucles), Virtualise (virtualizar) y Exchange (cambiar), que corresponden al marco de referencia ReSOLVE.

2.3.2. BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Frente a un mayor consumo global de recursos naturales y desafíos ambientales y socioeconómicos relacionados, la transición hacia una economía circular es de crucial importancia (Almeida y Díaz, 2020), dado que la economía circular tiene un impacto positivo en el desarrollo económico y empresarial (González y Vargas, 2017).

Seguí *et al.* (2018) considera el modelo de economía circular desde la perspectiva del desarrollo sostenible y sus tres dimensiones, señalando el objetivo o contribución de cada dimensión.

- El objetivo ambiental es reducir el uso de materiales vírgenes y energía en los sistemas de producción y consumo porque los recursos del sistema se usan varias veces, no solo una vez. Además de reducir la generación de residuos y emisiones mediante la aplicación de materiales renovables y ciclos energéticos.

- El objetivo económico es reducir los costes de materias primas y energía del sistema económico de producción-consumo, los costes de gestión de residuos y del control de emisiones, así como costes de posibles sanciones y penalizaciones debido a la legislación, además de beneficios económicos por posibles nuevas oportunidades de negocio y el diseño y desarrollo de productos innovadores y sostenibles.
- El objetivo social es aumentar el empleo, generar un sentido de cooperación y participación a través de la economía compartida y utilizar el producto de manera efectiva a través del concepto de comunidad (grupo de usuarios que utilizan los valores, servicios y funciones del producto).

2.3.3. ECONOMÍA CIRCULAR COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE LA CÁSCARA DE MAZORCA DE CACAO

De acuerdo a Pérez *et al.* (2020) la economía circular es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medioambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible. Dado así, Guayza y Valverde (2020) mencionan que, en los últimos dos años, varios países latinoamericanos, entre ellos Ecuador se han lanzado en el desarrollo de hojas de ruta para la implementación de la economía circular, mediante la implementación de políticas, normas, leyes y reglamentos.

Como es el caso del Código Orgánico del Ambiente (COA) que en su art. 9 establece todos los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente, que incluye la gestión del desecho o residuo, desde la generación hasta el momento en que se lo dispone en condiciones de inocuidad para la salud humana y el ambiente.

Bajo este contexto, Bravo *et al.* (2020) en su estudio "*Prospectivas de la economía circular en la cadena agroalimentaria del cacao ecológico fino de aroma en la provincia de Manabí*" demuestran que mediante la aplicación del enfoque de economía circular dentro de las fincas productoras de cacao se obtendría un doble beneficio para los microempresarios, dado que la adopción

de estrategias y de buenas prácticas contribuirá al incremento de productos de valor agregado con elevado interés comercial y ambiental.

Guayza y Valverde (2020) también examinaron la *“Economía circular: aprovechamiento de residuos del cacao en fincas de Vinces, y uso potencial como materia prima para su industrialización”* demostrando que existe una aplicación empírica de la economía circular por parte de los cacaoteros, debido a la falta de conocimientos, la ausencia de visión empresarial y la escasez de recursos que limita al agricultor únicamente a utilizar la cáscara de cacao como abono para las mismas plantaciones; aun cuando son conscientes del uso de los residuos del cacao como materia prima y la transformación de un nuevo producto para la venta aplicando la economía circular.

La investigación realizada por Gómez y Zapata (2020) sobre *“Estudio de Factibilidad del Modelo de Economía Circular como Herramienta para el Desarrollo Local del Cantón Caluma”* demuestran que generalmente los agricultores incineran y desechan en los ríos la cáscara de mazorca del cacao la cual produce un severo daño ambiental, ante esta situación se fomentó la implementación de un modelo circular mediante la creación de un producto innovador utilizando la cáscara de cacao como una alternativa viable que favorecerá al desarrollo local en términos económicos y ambientales.

A partir de la información citada, se evidencia que la economía circular como herramienta para la gestión de la cáscara de mazorca de cacao crea una oportunidad potencial para la extracción de compuestos de valor añadido, mediante la aplicación de estrategias de valoración ambiental y la aplicación de metodologías sostenibles y verdes.

2.4. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

Para Hinojosa (2019) los diagnósticos socio ambientales tienen como objetivo proveer insumos para la planificación y diseño de políticas públicas. Dado así Linares *et al.* (2021) indica que el diagnóstico socioambiental es el punto de partida para asumir la dimensión social y ambiental en su cualquier proyecto, pues este presenta un carácter transversal, que recorre las dimensiones del trabajo comunitario, propicia la verdadera ambientalización del entorno a

contextualizar, los objetos de estudio o puntos de interés ambiental que responden a determinados ejes temáticos de programación de actividades que contextualizan la educación socioambiental y posibilitan el empleo del entorno como recurso educativo.

Entre las técnicas más usadas para desarrollar diagnósticos en proyectos y programas de desarrollo rural está el Diagnóstico Rural Participativo (DRP) y sus variantes, técnicas grupales participativas y de reducción de listado de problemas-acciones (Curbelo *et al.*, 2019).

Carranza y Vargas (2019) atribuyen que el DRP es una actividad de grupo en la que se utilizan métodos de comunicación grupal, mediante la cual se promueve la participación directa de los productores orientada a la identificación de las principales demandas tecnológicas, así como alternativas de solución adecuadas a sus condiciones productivas, socioculturales y económicas (p. 29).

En este sentido, es importante resaltar que las técnicas participativas ayudan a los miembros de la comunidad a expresar sus problemas, intereses y prioridades, al mismo tiempo que permite estar presente en las distintas etapas del proceso de desarrollo y control de los recursos.

Ramírez y Camacho (2018) indican que la práctica de la investigación e innovación participativas entre los pequeños productores agropecuarios, es un recurso interesante porque se nutre del conocimiento empírico que tienen los productores, no sólo sobre los recursos naturales con los que cuentan y su manejo, sino también de las potencialidades y los límites que impone el ambiente cultural, social y político en que sus explotaciones están insertas.

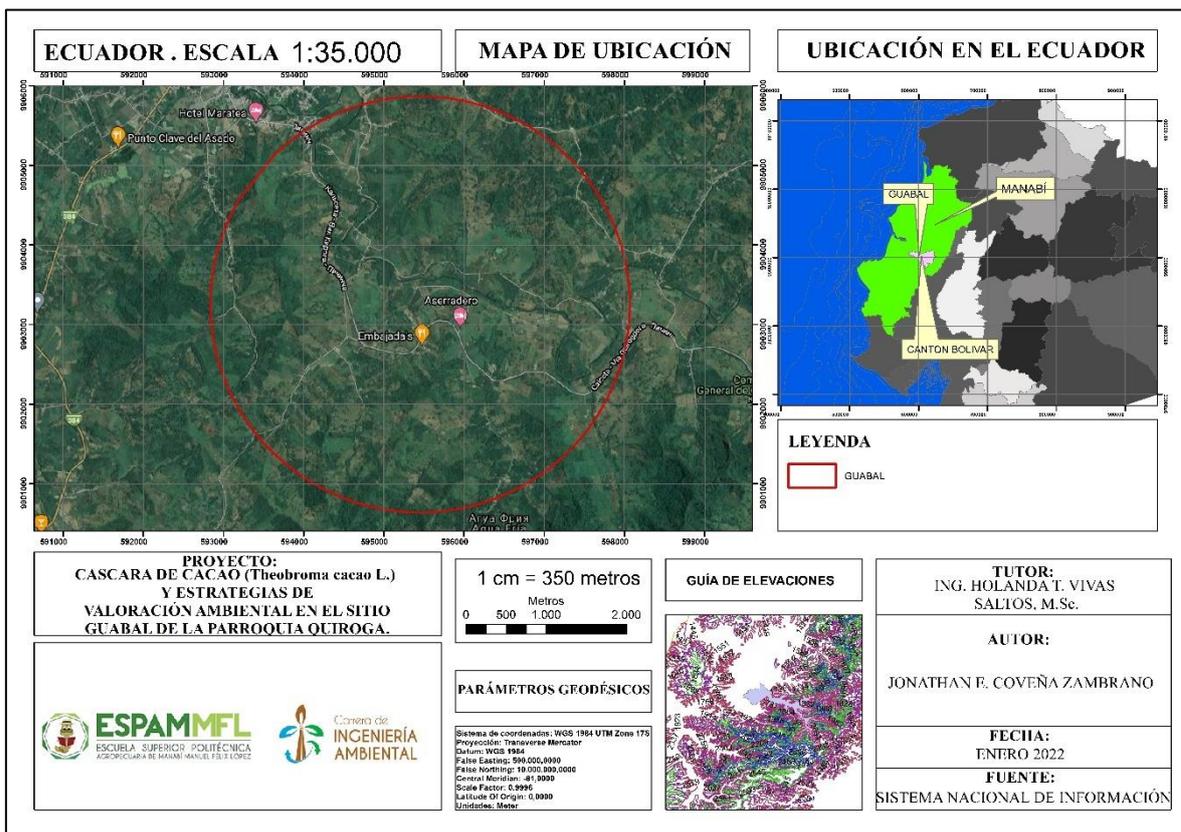
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga, cantón Bolívar, provincia de Manabí. Situado geográficamente entre las coordenadas 0°52'45.12" de Latitud Sur y 80° 8'56.76" de Longitud Oeste.

Figura 3.1.

Sitio Guabal, Bolívar, Manabí.



3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de nueve meses a partir de la aprobación de la planificación del Trabajo de Integración Curricular.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

La presente investigación se la realizó bajo un diseño no experimental transeccional, debido que se observó cómo interactúan naturalmente las

variables sin intervenir estas, recopilando datos en un momento único, así como lo afirma Hernández *et al.* (2014) “investigaciones que recopilan datos en un momento único”.

3.3.1. MÉTODOS

Los métodos que se aplicaron en la presente investigación son el método inductivo, deductivo y el analítico-sintético, los cuales permitieron dar solución a la problemática de la investigación mediante la ejecución de los objetivos planteados.

3.3.1.1. MÉTODO INDUCTIVO

Para Prieto (2017) el método inductivo consiste en estudiar u observar hechos o experiencias particulares con el fin de llegar a conclusiones que puedan inducir, o permitir derivar de ello los fundamentos de una teoría, es decir, que permite pasar de hechos particulares a los principios generales. Esto coincide con Abreu (2014) al indicar que mediante este método se observa, estudia y conoce las características genéricas o comunes que se reflejan en un conjunto de realidades para elaborar una propuesta o ley científica de índole general.

Este método se utilizó para adquirir el conocimiento, aplicando la observación como técnica para la recopilación de información desde el lugar de estudio, de tal forma que permita diagnosticar la situación actual de las fincas productoras del sitio Guabal, para así establecer conclusiones generales basándose en los hechos observados.

3.3.1.2. MÉTODO DEDUCTIVO

El método deductivo permite el análisis de los principios generales de un tema específico, donde una vez comprobado y verificado que determinado principio es válido, se procede a aplicarlo a contextos particulares (Prieto, 2017), es decir, permite generalizar a partir de casos particulares y ayuda a progresar en el conocimiento de las realidades estudiadas (Abreu, 2014).

En la investigación este método permitió la elaboración del marco teórico, al establecer las temáticas relacionadas con las estrategias de valoración

ambiental del residuo de la cáscara de cacao como aporte a la economía circular, considerando metodologías relacionadas a la investigación; así como también para la elaboración de las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados de la investigación.

3.3.1.3. MÉTODO ANALÍTICO

Muñoz (2015) menciona que “consiste en la descomposición de un objeto o problema en cada una de sus partes o elementos constitutivos para estudiarlos separadamente” (p. 79). Dado así en la investigación este método permitió recopilar información sobre la situación actual de las fincas productoras de cacao del sitio Guabal, para así analizar y argumentar los hechos estudiado, y evaluar los posibles impactos ambientales derivados de las actividades productivas del cacao debido a la falta de aprovechamiento de este residuo.

3.3.1.4. MÉTODO SINTÉTICO

Muñoz (2015) expresa que “integra componentes dispersos de una realidad para estudiarlos en su totalidad, es decir, relaciona hechos aparentemente aislados y formula una teoría explicativa que los unifica” (p. 79). En la investigación este método se empleó para el procesamiento de la información obtenida a partir de la revisión bibliográfica, específicamente en la elaboración de los antecedentes y del marco teórico, así como también de las conclusiones y recomendaciones.

3.3.2. TÉCNICAS

Para recopilar la información necesaria que dé solución a la problemática en estudio y permita establecer las estrategias de valoración ambiental como aporte a la economía circular en el sitio Guabal, se emplearon técnicas como la observación, la entrevista y la encuesta.

3.3.2.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Para Hernández *et al.* (2014) la observación directa implica adentrarse profundamente en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente, para estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones. Dado así, en la investigación esta técnica permitió conocer la

situación actual de las fincas productoras de cacao del sitio Guabal, por lo que se visitó el lugar de estudio para recopilar la información necesaria sobre la producción y manejo del cacao de las fincas productoras de cacao del sitio en estudio que fue registrada en una ficha de observación (Anexo 1).

3.3.2.2. ENTREVISTA

Para Hernández *et al.* (2014) la entrevista es una técnica que se basa en una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). Así mismo, Troncoso y Amaya (2016) también mencionan que mediante la entrevista se exhibe una conversación con el sujeto de estudio, lo cual se ajusta a las características de lo que se pretende estudiar y responde al qué, por qué o cómo ocurren determinados sucesos. En la investigación esta técnica se aplicó a los actores clave, presidentes y líderes barriales y comunitarios del sitio Guabal con base a lo propuesto por Martín *et al.* (2014) (Anexo 2).

3.3.2.3. ENCUESTA

De acuerdo a Feria *et al.* (2020) la encuesta es considerada como una vía de indagación del nivel empírico, de carácter autoadministrado, que se aplica a un conjunto de sujetos, con el fin de conocer, mediante un cuestionario, sus opiniones o criterios, acerca de las causas, las consecuencias, las posibles soluciones y los responsables directos e indirectos, del problema investigado.

En la investigación esta técnica se aplicó a los cacaoteros de las fincas productoras de cacao del sitio Guabal, con la finalidad de conocer el manejo productivo del cacao en las fincas, así como también evidenciar qué estrategias aplican para la disposición de los residuos de cáscara de cacao que se generan en el mismas, asumiendo lo propuesto Olivares (2014) (Anexo 3).

3.3.2.5. ANÁLISIS FODA

De acuerdo a Labra *et al.* (2017) es un análisis que permite estimar el impacto de una estrategia considerando la capacidad interna de cualquier situación objeto de estudio (Fortalezas y Debilidades) en contraste con la situación externa de ella (Oportunidades y Amenazas). En la investigación esta técnica permitió

valorar el sector productivo de cacao a través del análisis de las oportunidades y las amenazas que presentan, así como de las fortalezas y debilidades.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación se tomó como población a los productores de cacao del sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar.

3.4.2. MUESTRA

La muestra de estudio la conformó el total de productores de cacao del sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar, que corresponde a siete productores.

3.5. VARIABLES EN ESTUDIO

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Caracterización fisicoquímica y funcional de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.).

3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Estrategias de valoración ambiental.

3.6. PROCEDIMIENTO

3.6.1. FASE I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE CACAO DEL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR

Actividad 1. Aplicación del Diagnóstico Rápido Participativo

En la investigación de campo se utilizó una ficha de observación para registrar datos sobre la situación actual de las zonas de producción de cacao del sitio Guabal. Posteriormente, se aplicó la metodología de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP), en la que se elaboró la ficha socioeconómica, y se establecieron las variables de análisis necesarias, que fueron aprobadas posteriormente (Falcón y Fiallos, 2019).

Actividad 2. Evaluación de los Impactos Ambientales

A partir de la información proporcionada por los productores de cacao, se realizó la identificación de los impactos ambientales del sector productivo de cacao del sitio Guabal que por su naturaleza pueden causar daño a los diferentes componentes ambientales, los cuales se registraron en la matriz propuesta por Cóndor (2013).

Tabla 3.1.

Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

Código	Actividad	Aspecto	Impacto ambiental
--------	-----------	---------	-------------------

Fuente: Tomado de Cóndor, 2013.

Una vez identificados los impactos ambientales, se realizó la evaluación de los impactos identificados asumiendo la metodología propuesta por Vidal (2015) y Fernández (2011) a través de la Matriz de Leopold que permitió evaluar los impactos, sean estos positivos o negativos del sector productivo de cacao del sitio Guabal frente al componente biótico, abiótico y antrópico, basado en su Magnitud (Mag), Importancia (I), Extensión (E), Duración (D) y Reversibilidad (R).

Actividad 3. Aplicación de entrevistas a actores claves

Se realizó una reunión con los actores clave, presidentes y líderes barriales y comunitarios con la finalidad de socializar la actividad a realizar, y aplicar una entrevista a los participantes. Luego se determinaron las unidades socioambientales para clasificar el territorio de estudio buscando la homogeneidad de elementos mediante la combinación de diferentes indicadores como tipo de ecosistemas, usos del suelo y áreas de manejo y zonificación; el objetivo fue delimitar unidades territoriales con funcionamiento homogéneo en cuanto a aptitudes o limitaciones de uso, aplicando un enfoque utilizado con profusión en la elaboración de estrategias de planificación territorial (Martín *et al.*, 2014).

Posteriormente, se emplearon los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la obtención de los mapas de uso y cobertura de tierra, de zonas de producción y de los puntos/zonas de disposición de residuos.

Actividad 4. Aplicación de la matriz FODA

La metodología utilizada se sustentó en técnicas de generación de datos, tanto cualitativos como cuantitativos, mediante una encuesta tipo cuestionario considerando características sociodemográficas, preguntas de aspectos sociales, culturales y económicos y un grupo de preguntas que se direccionan hacia los aspectos ambientales de la comunidad, con respuestas binominales. Las técnicas utilizadas para el análisis y la jerarquización de la información obtenida del diagnóstico fueron: la matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).

Actividad 5. Análisis estadístico de las características estudiadas

Las variables consideradas para el análisis estadístico fueron doce, estas estuvieron relacionadas con tres aspectos, la primera las características sociodemográficas tales como: sexo (SEX), edad (EDA), grado de instrucción (GDI), tamaño del núcleo familiar (TNF) y rol en hogar (ROL), las características económicas: empleo (EMP), sector laboral (SLB), Ingreso (ING) y las características asociadas al ámbito ambiental: condición del entorno (CDE),

participación (PAR), nivel de compromiso (COM) y nivel de conocimiento sobre el manejo adecuado de los subproductos agrícolas generados en la comunidad (NDC) (Olivares, 2014).

3.6.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LA CÁSCARA DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR

Actividad 6. Recolección y procesamiento de las muestras

Las cáscaras de mazorca de cacao se recolectaron en las zonas de cosechas previamente definidas en la fase 1. Para efectuar la recolección de muestras se aplicó un muestreo aleatorio sistemático por cuarteo según Otzen y Manterola (2017), se tomaron muestras aleatorias considerando un orden basado en una regla sistemática, la cual define que se obtendrá 1 kg de muestra por cada unidad muestral, para ser evaluada la cuarta parte en el laboratorio, este tipo de muestreo procesa a la población de una manera uniforme.

El procesamiento de la muestra se realizó siguiendo la metodología propuesta por Cabrera *et al.* (2016) donde esta se sometió a un secado natural durante 36 h, posteriormente se efectuó la molienda en un molino de cuchillas con el objetivo de realizar una operación de tamizado para separar la fracción de partículas de tamaños entre 180 mm y 850 mm.

Actividad 7. Análisis de la composición físicoquímica y funcional de los residuos de cáscara de cacao

Los análisis se realizaron en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM MFL y de la Universidad Técnica de Manabí, donde se evaluaron los siguientes parámetros:

- **Humedad**

El análisis de la humedad se llevó a cabo por el método gravimétrico 930.15/90 de la AOAC (1990).

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(P_1 - P_2)}{m} \times 100 \quad [3.1]$$

Donde:

P₁: Peso de la placa más la muestra húmeda

P₂ Peso de la placa más la muestra seca

m: peso de muestra húmeda

- **Proteína bruta**

La proteína bruta se lo realizó mediante el método de AOAC (2019) donde las muestras serán secadas y pulverizadas, colocando 0,2 g de la muestra en un tubo Kjeldahl en presencia de ácido sulfúrico y 2 g de catalizador a una temperatura de 400 °C con el objetivo de digerir la muestra, luego se realizará la destilación con hidróxido de sodio al 40%, recuperando el N-NH₃ en un matraz con ácido bórico al 2% con presencia de indicadores alcanzando una solución de 150ml. Además, el porcentaje de nitrógeno se lo evaluó mediante la técnica de titulación con ácido clorhídrico normalizado, donde se determina con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Nitrógeno (\%)} = \frac{(V_m - V_b) \times N \times 14}{P \times 10} \quad [3.2]$$

$$\text{Proteína bruta (\%)} = \% \text{nitrógeno} \times 6,25 \quad [3.3]$$

Donde:

V_m: ml de HCl consumidos por la muestra.

V_b: ml de HCl consumidos por el blanco.

N: Normalidad exacta del ácido clorhídrico 0,107 N.

14: Peso equivalente al nitrógeno.

P: Gramo de muestra.

10: Factor de conversión a porcentaje.

- **Grasa etérea**

Se tomó como referencia la metodología de la AOAC (2019) donde mediante la técnica de Soxhlet se colocaron 1,5 g de muestra seca y molida con hexano como solvente para separar la grasa, luego pasa a una estufa para eliminar los residuos del solvente y se determinó el porcentaje mediante la siguiente ecuación:

$$Grasa (\%) = \frac{(P_2 - C)}{P_1} \times 100 \quad [3.4]$$

Donde:

P₁: Peso de muestra seca

P₂: Peso del vaso de aluminio + grasa

C: Peso del vaso de aluminio vacío

- **Fibra cruda**

Se utilizó la metodología de la AOAC (2019) que consistió en pesar 1,5 g de la muestra seca y desengrasada en la extracción mediante etéreo, lo cual fue colocada en un crisol de vidrio con filtro de porosidad (limpios, calcinados y pesados) y luego ubicados en el extractor, se agregó 100 ml de H₂SO₄ diluido y se llevó a ebullición por 10 min, para después evacuar e hidrolizado y lavar con agua destilado e inmediatamente se repitió el proceso con KOH en una concentración de 98,5 p/p, para luego secar la fibra y pesarla en una balanza analítica. El contenido de fibra se la evaluó mediante la siguiente ecuación:

$$Fibra\ bruta (\%) = \frac{(P_2 - P_1)}{P_0} \times 100 \quad [3.5]$$

Donde:

P₁: Peso del crisol + cenizas

P₂: Peso del crisol + Fibra bruta seca

P₀: Peso de la muestra

- **Ceniza**

La ceniza fue analizada por la metodología de AOAC (2019) donde se realizó mediante la oxidación de las muestras, las cuales se obtuvieron calcinando durante 30 min a 600 °C, luego se pasó al desecador para su posterior identificación y pesaje. El valor del contenido se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$Ceniza (\%) = \frac{(P_2 - P_1)}{P_1} \quad [3.6]$$

Dónde:

P₁: Peso de muestra húmeda

P₂: Peso del crisol más cenizas

C: Peso del crisol tarado

- **Contenido de Polifenoles Totales (CPT)**

El Contenido de Fenoles Totales fue analizado bajo la metodología descrita por Torrenegra *et al.* (2016), donde se determinó empleando el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, que utilizó como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio (W₈O₂₃) y molibdeno (Mo₈O₂₃). Luego, se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico entre 50-500 µg/ml; y se diluyó el extracto correspondiente a una concentración en la cual el contenido de fenoles se encuentra dentro del intervalo de la curva patrón. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico/250 ml de muestra (mg GAE mL⁻¹).

- **Fibra detergente neutro (FDN)**

Este parámetro mide el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina la cual se lo determinará por el método de la Ankom (2017) donde se midió 50 ml de solución detergente neutro en un matraz para unidad de reflujo, se añadieron 0,5 g de sulfito de sodio y se calentó hasta obtener una ebullición, a esto se le agregó 0,5 g de la muestra seca y luego se calentó por 4 a 5 min, seguidamente se colocó 3 ml de solución amilasa termoestable al 2%, y se dejó reposar por una hora.

Después esta solución será filtrada obteniendo el material residual y se lavó con agua destilada caliente añadiendo 3 ml de solución amilasa, donde se mezcló y se dejó actuar por 1 min. Luego de este proceso se enjugó 2 veces con agua caliente y luego 3 veces con 40 ml de acetona. Finalmente, se dejó secar a 100 °C y posteriormente se pesó en una balanza analítica, donde los valores fueron introducidos en la siguiente ecuación.

$$FDN (\%) = \frac{\text{Peso del residual seco (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100 \quad [3.7]$$

- **Fibra detergente ácido**

La fibra detergente ácida, según Casallas (2014) permite conocer los datos de celulosa y lignina, de la fibra insoluble ácida, que es la fracción que se recoge después de la exposición de ADF a elevadas temperaturas (p. 17), y para su determinación se tomó como referencia la metodología de la AOAC 973.18.

- **Extracto libre de nitrógeno (ELN)**

El contenido de extracto libre de nitrógeno se lo calculó mediante la metodología de AOAC (2019), este parámetro está constituido por carbohidratos, vitaminas y compuestos orgánicos no nitrogenados y se lo calculó con la siguiente ecuación:

$$ELN (\%) = 100 - (\%humedad + \%cenizas + \%grasa + \%proteína + \%fibra\ cruda) \quad [3.8]$$

3.6.3. FASE III. ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL CON BASE A LA CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LAS CÁSCARAS DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR

Actividad 8. Análisis de potencialidades

A partir del estudio socioambiental y de la composición fisicoquímica y funcional de los residuos de cáscara de cacao, se valoró la aplicación de este residuo como materia prima para la obtención de productos con alto valor añadido, que contribuyan al desarrollo sostenible, mediante una revisión bibliográfica de libros, artículos de revistas científicas, tesis de pregrado, máster o doctorales, entre otras fuentes con base a lo propuesto por Codina (2020), que permitan obtener la información requerida sobre las potencialidades del residuo de cáscara de cacao.

Una vez obtenida la información se empleó la metodología utilizada por Gutiérrez (2020) para establecer las estrategias de valoración ambiental del residuo de cáscara de cacao que permitan aportar a la economía circular del sitio Guabal y a su vez cumplir con el marco legal ambiental del Ecuador.

Actividad 9. Construcción de matriz de relación entre los ODS y la Economía Circular

A partir de la revisión bibliográfica y en y contraste con lo establecido en el Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca y Corporación Técnica Alemana y GIZ, 2021) y la Agenda 2030 propuesta por las Naciones Unidas (2020), se elaboró una matriz a partir del modelo propuesto por el Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador (Tabla 3.2) para establecer una relación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las líneas de acción descritas en el Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador para los usos potenciales identificados y descritos en la actividad anterior, con lo cual se evidenció el grado de fortalecimiento del desarrollo sostenible alcanzado por los usos potenciales

Tabla 3.2.

Modelo de Matriz para el Contraste de las Estrategias de Valoración con la Agenda 2030 y el Libro Blanco.

Estrategias de Valoración	Meta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030	Acciones del Libro Blanco de Economía Circular relacionadas

Fuente: Tomada del Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador, 2021.

3.7. MUESTREO

Los componentes de la muestra se obtuvieron del total de la población empleando un muestreo aleatorio simple mediante la ecuación propuesta por Hernández *et al.* (2014), donde se trabajó específicamente con los productores de cacao del sitio Guabal.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1-p)}{(N-1) * e^2 + Z^2 * p * (1-p)} \quad [3.13]$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra.
- N = tamaño del universo
- Z = desviación del valor medio que se acepta para lograr el nivel de confianza deseado (Nivel de confianza 95% = 1,96).
- p = proporción esperada (5% = 0,05).
- e = margen de error máximo que se admite (5% = 0,05).

La muestra de residuos de cáscara de cacao se obtuvo a través de un muestreo aleatorio sistemático por cuarteo con base a lo propuesto por Otzen y Manterola (2017).

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos de las técnicas aplicadas en cada fase de la investigación se registraron en el programa matemático Microsoft Excel (2016), el cual permitió la tabulación, representación y análisis de los datos, a través de gráficas descriptivas de barras y pasteles.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE CACAO DEL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR

En el sitio Guabal se identificaron siete zonas de producción de cacao ubicadas en el siguiente sistema de coordenadas:

Tabla 4.1.

Coordenadas geográficas de las zonas de producción del sitio Guabal.

Finca #1				Finca #2			
Propietario: José Ricardo Vera Párraga				Propietario: Walter Eduardo Carranza Vera			
Punto	X	Y	Altitud (m)	Punto	X	Y	Altitud (m)
1	593784	9901498	43	1	593822	9901987	31
2	593828	9901511	47	2	593793	9901935	31
3	593810	9901564	45	3	593831	9901908	24
4	593780	9901600	44	4	593871	9901947	30
5	593739	9901573	42				
6	593761	9901513	41				
Finca #3				Finca #4			
Propietario: Taltiro Francisco Solórzano Loor				Propietario: Ramona Concepción Palacios Bazurto			
Punto	X	Y	Altitud (m)	Punto	X	Y	Altitud (m)
1	594678	9902835	23	1	594678	9902194	24
2	594609	9903089	22	2	594660	9902208	21
3	594557	9903076	17	3	594653	9902237	19
4	594608	9902833	19	4	594720	9902257	20
Finca #5				Finca #6			
Propietario: Manuel Agustín Delgado Zambrano				Propietario: Ramón Bienvenido Carranza Palacios			
Punto	X	Y	Altitud (m)	Punto	X	Y	Altitud (m)
1	595087	9902121	72	1	594688	9901711	42
2	595255	9902148	98	2	594651	9901633	45
3	595303	9902157	124	3	594721	9901672	49
4	595295	9902214	120	4	594742	9901698	47
5	595203	9902202	99				
6	595086	9902169	71				
Finca #7							
Propietario: Ramón Geovanny Carranza Moreira							
Punto	X		Y	Altitud (m)			
1	594609		9902370	4			
2	594646		9902296	21			
3	594703		9902342	22			

4	594681	9902368	22
5	594652	9902361	18

Las zonas de producción identificadas realizan actividades productivas en relación al cacao, sin embargo, los dueños no sólo se dedican a la producción de este tipo de cultivo, dado que también cuentan con cultivos de plátano, papaya, naranja, limón y café, es así que Abad *et al.* (2020) afirman que en la actualidad, Ecuador lidera la producción mundial del cacao fino y de aroma, con más del 70% del volumen total, situación que ha permitido al país mantener su estatus como uno de los mayores exportadores, y que a su vez ha generado una serie de fortalezas para la implementación de emprendimientos coligados a este producto agrícola. Es importante enfatizar que las zonas de producción de cacao de sitio Guabal ocupan un área total de 4,48 ha y se encuentran mayormente distribuidas en la zona noroeste del sitio (Anexo 4), dentro de un mismo tipo de suelo, que corresponde a Tierras Agropecuarias (Anexo 5).

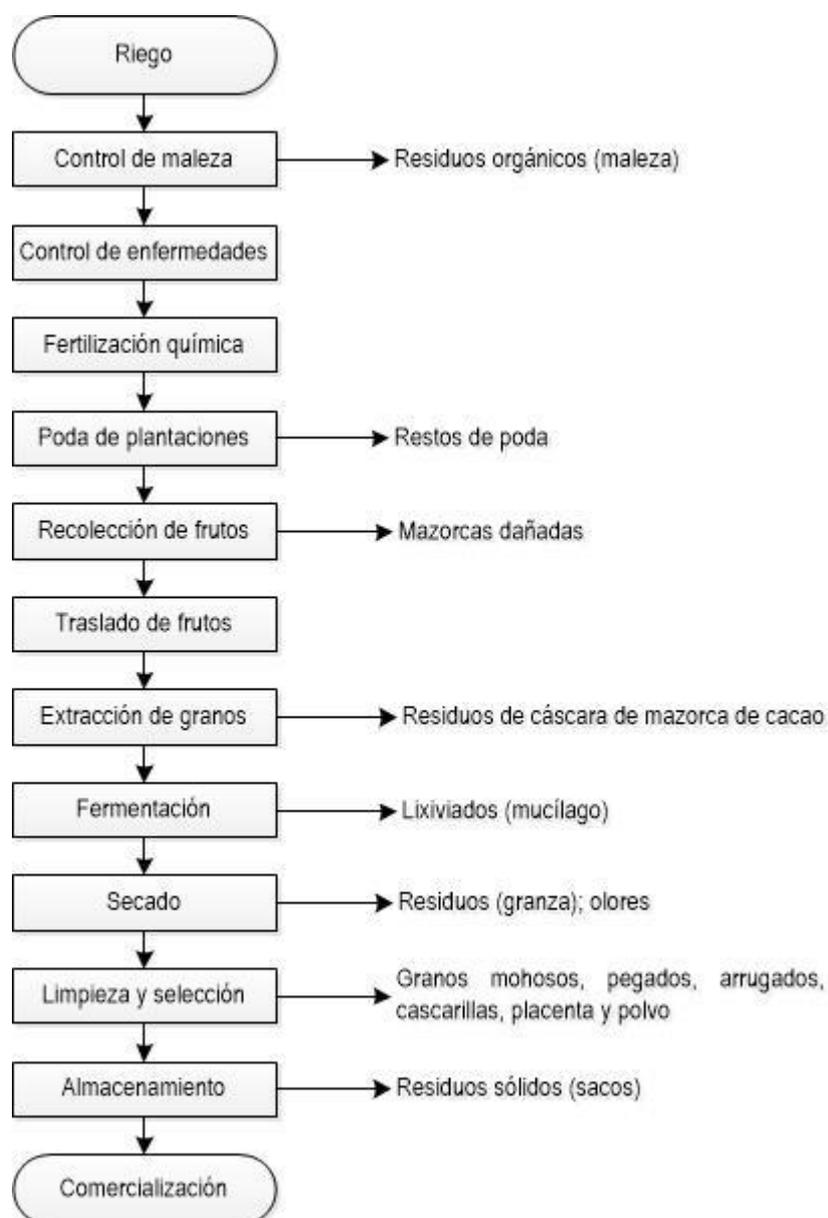
Esta información es respaldada por Bayas (2022) al indicar que la ubicación geográfica de Calceta permite que se generen diversas actividades económicas, destacándose el sector agropecuario pues el 29.25% del suelo es utilizado para la producción de cultivos y pasto, además, el 65.71% de la población económicamente activa se dedica a esta actividad, posicionándose la agricultura y ganadería como actividades predominantes en este lugar.

En cuanto a los puntos/zonas de disposición de residuos, es importante enfatizar que en el sitio Guabal los residuos generados a partir de las actividades productivas del cacao son empleados como abono para el propio cultivo o como alimento para animales, razón por la cual no cuentan con zonas de disposición de residuos en el área. Con este antecedente, Matamoros (2016) indica que el inadecuado manejo de estos residuos, se presenta como un factor inminente, frente al desconocimiento de la población dedicado al cultivo de cacao en las áreas productivas, debido al escaso conocimiento que tienen las autoridades y/o productores para aprovechar estos residuos como materia prima y lograr obtener un producto aplicando la economía circular.

Las actividades productivas que desarrollan los productores de cacao en el sitio Guabal son las siguientes:

Figura 4.1

Actividades productivas de fincas productoras de cacao del sitio Guabal.



1. Riego

Los productores de cacao del sitio Guabal para regar las plantaciones cuentan con pozos de agua subterránea, empleando como sistema de riego el sistema por goteo, por aspersión o mediante bombas. Así mismo, se favorecen del agua de río y de lluvia también para realizar esta actividad.

El sistema de riego empleado en sus cultivos es por goteo; un 22% por aspersión y mediante bombas, respectivamente; mientras que otro 22% indicó que no emplea ningún sistema de riegos en sus cultivos. Ningún productor indicó emplear el sistema de riego por gravedad.

2. Control de maleza

Esta actividad se realiza con el objetivo de minimizar el desarrollo de plagas y enfermedades en las plantaciones que impidan el desarrollo adecuado de las mismas, empleando machetes como herramienta de corte, y en ciertas ocasiones productos químicos.

3. Control de enfermedades

Para el control de enfermedades los productores utilizan productos químicos para minimizar o eliminar la aparición de enfermedades o plagas en las plantaciones.

4. Fertilización química (aplicación de nutrientes)

Los productores de cacao del sitio Guabal realizan esta actividad con el objetivo de que proporcionar las necesidades nutricionales adecuadas a las plantaciones, ya que el suelo tiende a empobrecer y a reducir su capacidad para alimentar a las plantaciones, lo que ocasiona una menor producción de mazorcas de cacao.

5. Poda de plantaciones

Esta actividad se realiza con el fin de eliminar los problemas vegetativos e improductivos de las plantaciones de cacao, de tal manera que el árbol tenga una estructura equilibrada y aireada que estimule la producción de los frutos.

6. Recolección de frutos

Esta actividad inicia con el corte únicamente de las mazorcas maduras, mismas que posteriormente son depositadas en sacos para facilitar su traslado. Las mazorcas dañadas por plagas o picaduras de insectos son cortadas y desechadas alrededor de las mismas plantaciones.

7. Traslado de frutos

Una vez recolectadas las mazorcas de cacao estas son trasladadas por los productores, dentro de las 24 horas del corte, hasta el lugar donde se realiza la extracción de los granos.

8. Extracción de granos

Para la extracción de los granos los productores de cacao emplean machetes para partir la mazorca y extraer las almendras, mismas que son colocadas cuidadosamente en baldes previamente desinfectados. En esta actividad se generan grandes cantidades de residuos de cáscara de cacao las cuales son destinadas como abono para las propias plantaciones.

9. Fermentación

En esta actividad las semillas de cacao son amontonadas en cajones de madera para facilitar la salida de los lixiviados del proceso para eliminar el mucílago, durante 3 o 4 días, donde se realiza remociones cada 24 horas con el fin de que lograr una fermentación uniforme.

10. Secado

Una vez cumplido el proceso de fermentación, se expone el cacao todo el día al sol, removiendo con rastrillo cada 60 minutos, durante 5 a 7 días, cuando el grano al removerlo produce un sonido de chasquido. En las noches el cacao es amontonado y cubierto con sacos.

11. Limpieza y selección

La limpieza se realiza manualmente antes del ensacado, eliminando granos mohosos, pegados, arrugados, cascarillas, placenta y polvo.

12. Almacenamiento (ensacado)

El producto seleccionado se ensaca y se pesa para su posterior transporte a los centros de acopio en un lugar adecuado para evitar que el producto se contamine o se dañe.

13. Comercialización

El producto almacenado es llevado a los centros de acopio de cacao para su posterior comercialización, tanto al mercado interno como externo.

Evaluación de impactos ambientales

Los impactos ambientales identificados en las actividades productivas que desarrollan los productores de cacao en el sitio Guabal son las detalladas en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2.

Identificación de impactos ambientales en la producción de cacao.

Cód.	Actividad	Aspecto	Impacto ambiental
A1	Riego	Consumo de agua	Agotamiento de los recursos hídricos
A2	Control de maleza	Aplicación de productos químicos	Contaminación del suelo y aire, erosión del suelo, pérdida parcial de flora.
A3	Control de enfermedades	Aplicación de productos químicos	Contaminación del suelo y aire
A4	Fertilización química	Aplicación de productos químicos	Contaminación del suelo y agua.
A5	Poda de plantaciones	Generación de residuos de poda	Pérdida parcial de flora, contaminación del agua, proliferación de enfermedades
A6	Recolección de frutos	Generación de residuos orgánicos (mazorcas dañadas)	Contaminación del agua, suelo y aire, proliferación de enfermedades
A7	Traslado de frutos	Generación de residuos sólidos (sacos)	Contaminación del suelo
A8	Extracción de granos	Generación de residuos de cáscara de cacao	Contaminación del agua, suelo y aire, proliferación de enfermedades
A9	Fermentación	Generación de lixiviados (mucílagos)	Contaminación del agua, suelo y aire, proliferación de enfermedades
A10	Secado	Generación de granza; generación de olores	Contaminación de suelo y aire.
A11	Limpieza y selección	Generación de granos mohosos, pegados, arrugados, cascarillas, placenta y polvo.	Contaminación del agua, suelo y aire, proliferación de enfermedades
A12	Almacenamiento	Generación de residuos sólidos (sacos)	Contaminación del suelo
A13	Comercialización	Emisión de gases	Contaminación atmosférica

Matrices de identificación y evaluación de impactos

MATRIZ EI - 1

MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Proyecto: Evaluación de impactos ambientales de las actividades productivas del sitio Guabal
Fase: Actividades productivas
Elaboración: Jonathan Esteban ZAMBRANO COBEÑA

X

FACTORES AMBIENTALES			
CÓDIGO	COMPONENTE	FACTOR	SUBFACTOR
fis1	Físico	Aire	Calidad del aire ambiente
fis2	Físico	Suelo	Calidad del suelo
fis3	Físico	Agua	Hidrografía y calidad del agua
bio1	Biótico	Fauna	Especies faunísticas
bio2	Biótico	Flora	Flora del área
ant1	Antrópico	Población	Actividades socioeconómicas
ant2	Antrópico	Empleo	Contratación de mano de obra no calificada
ant3	Antrópico	Percepción visual	Paisaje
ant4	Antrópico	Calidad vida	Salud pública

NÚMERO DE FACTORES AFECTADOS:

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS												
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
Riego	Control de malezas	Control de enfermedades	Fertilización química	Poda de plantaciones	Recolección de frutos	Traslado de frutos	Extracción de granos	Fermentación	Secado	Limpieza y selección	Almacenamiento	Comercialización

	X	X			X		X	X	X	X		X	8
	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		10
X			X	X	X		X	X		X			7
	X	X	X	X									4
	X	X	X	X									4
	X	X	X	X	X	X	X					X	8
	X	X	X	X	X	X	X		X	X			11
X	X	X	X	X	X								6
X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	11
3	8	8	8	7	7	3	6	4	4	5	1	3	67

CUADRO EI - 2

CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA, MAGNITUD Y VALOR DEL IMPACTO

Proyecto: Evaluación de impactos ambientales de las actividades productivas del sitio Guabal
 Fase: Actividades productivas
 Elaboración: Jonathan Esteban ZAMBRANO COBEÑA

Cálculo de la Importancia: $We \times E + Wd \times D + Wr \times R = Imp$
 Cálculo del Valor del Impacto: $\pm (Imp \times Mag)^{0.5} = VI$
 Peso Extensión (We) = 0.30
 Peso Duración (Wd) = 0.60
 Peso Reversibilidad (Wr) = 0.10

INTERACCIÓN CAUSA - EFECTO		CARÁCTER O AFECCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO AMBIENTAL			IMPORTANCIA CALCULADA	MAGNITUD DEL IMPACTO	VALOR DEL IMPACTO	
Acción Código	Factor Código		Extensión E	Duración D	Reversibilidad R				Imp
A1	fis3	-	Negativo	5.0	10.0	1.0	7.60	5.00	-6.16
A0	ant3	-	Negativo	1.0	10.0	1.0	6.40	3.00	-4.38
A1	ant4	-	Negativo	5.0	10.0	1.0	7.60	3.00	-4.77
A2	fis1	-	Negativo	1.0	5.0	2.5	3.55	5.00	-4.21
A2	fis2	-	Negativo	2.5	5.0	2.5	4.00	5.00	-4.47
A2	bio1	-	Negativo	5.0	10.0	2.5	7.75	6.00	-6.82
A2	bio2	-	Negativo	5.0	10.0	2.5	7.75	6.00	-6.82
A2	ant1	-	Negativo	5.0	5.0	2.5	4.75	4.00	-4.36
A2	ant2	+	Positivo	5.0	5.0	2.5	4.75	3.00	3.77
A2	ant3	-	Negativo	2.5	5.0	2.5	4.00	3.00	-3.46
A2	ant4	-	Negativo	1.0	2.5	2.5	2.05	3.00	-2.48
A3	fis1	-	Negativo	2.5	5.0	5.0	4.25	5.00	-4.61
A3	fis2	-	Negativo	2.5	5.0	5.0	4.25	5.00	-4.61
A3	bio1	-	Negativo	5.0	10.0	5.0	8.00	6.00	-6.93
A3	bio2	-	Negativo	5.0	10.0	5.0	8.00	6.00	-6.93
A3	ant1	-	Negativo	5.0	5.0	1.0	4.60	3.00	-3.71
A3	ant2	+	Positivo	5.0	2.5	1.0	3.10	3.00	3.05
A3	ant3	-	Negativo	5.0	5.0	5.0	5.00	5.00	-5.00
A3	ant4	-	Negativo	5.0	5.0	5.0	5.00	6.00	-5.48

ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	SIGNIFICATIVO	DESPRECIABLE	BENEFICIOSO
	1		
	1	1	
		1	
	1	1	
	1		1
		1	
	1		1
	1		
	1		
		1	
	1		1
	1		

A4	fis2	-	Negativo	5.0	7.5	5.0	6.50	5.00	-5.70	1		
A4	fis3	-	Negativo	5.0	7.5	5.0	6.50	5.00	-5.70	1		
A4	bio1	-	Negativo	5.0	7.5	5.0	6.50	6.00	-6.24	1		
A4	bio2	-	Negativo	5.0	7.5	5.0	6.50	6.00	-6.24	1		
A4	ant1	-	Negativo	1.0	7.5	2.5	5.05	3.00	-3.89		1	
A4	ant2	+	Positivo	1.0	2.5	1.0	1.90	3.00	2.39			1
A4	ant3	-	Negativo	5.0	7.5	2.5	6.25	6.00	-6.12	1		
A4	ant4	-	Negativo	5.0	7.5	5.0	6.50	5.00	-5.70	1		
A5	fis3	-	Negativo	2.5	5.0	5.0	4.25	4.00	-4.12		1	
A5	bio1	-	Negativo	5.0	5.0	5.0	5.00	6.00	-5.48	1		
A5	bio2	-	Negativo	5.0	5.0	5.0	5.00	6.00	-5.48	1		
A5	ant1	-	Negativo	5.0	2.5	1.0	3.10	3.00	-3.05		1	
A5	ant2	+	Positivo	1.0	1.0	1.0	1.00	3.00	1.73			1
A5	ant3	-	Negativo	5.0	5.0	5.0	5.00	4.00	-4.47		1	
A5	ant4	-	Negativo	1.0	5.0	2.5	3.55	4.00	-3.77		1	
A6	fis1	-	Negativo	1.0	2.5	2.5	2.05	3.00	-2.48			
A6	fis2	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	4.00	-3.32		1	
A6	fis3	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	4.00	-3.32		1	
A6	ant1	-	Negativo	5.0	2.5	1.0	3.10	3.00	-3.05		1	
A6	ant2	+	Positivo	1.0	2.5	1.0	1.90	3.00	2.39			1
A6	ant3	-	Negativo	1.0	2.5	1.0	1.90	3.00	-2.39		1	
A6	ant4	-	Negativo	1.0	1.0	1.0	1.00	3.00	-1.73		1	
A7	fis2	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	4.00	-3.32		1	
A7	ant1	-	Negativo	5.0	2.5	1.0	3.10	3.00	-3.05		1	
A7	ant2	+	Positivo	1.0	2.5	1.0	1.90	3.00	2.39			1
A8	fis1	-	Negativo	1.0	2.5	2.5	2.05	3.00	-2.48		1	
A8	fis2	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	4.00	-3.32		1	
A8	fis3	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	4.00	-3.32		1	
A8	ant1	-	Negativo	5.0	2.5	1.0	3.10	3.00	-3.05		1	
A8	ant2	+	Positivo	1.0	1.0	1.0	1.00	3.00	1.73			1
A8	ant4	-	Negativo	1.0	1.0	1.0	1.00	3.00	-1.73		1	
A9	fis1	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	5.00	-3.71		1	
A9	fis2	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	5.00	-3.71		1	
A9	fis3	-	Negativo	2.5	2.5	5.0	2.75	5.00	-3.71		1	
A9	ant4	-	Negativo	2.5	2.5	1.0	2.35	3.00	-2.66		1	
A10	fis1	-	Negativo	2.5	5.0	1.0	3.85	3.00	-3.40		1	
A10	fis2	-	Negativo	2.5	5.0	1.0	3.85	3.00	-3.40		1	
A10	ant2	+	Positivo	1.0	5.0	1.0	3.40	3.00	3.19			1
A10	ant4	-	Negativo	1.0	5.0	1.0	3.40	3.00	-3.19		1	
A11	fis1	-	Negativo	2.5	5.0	2.5	4.00	4.00	-4.00		1	

A11	fis2	-	Negativo	2.5	5.0	2.5	4.00	4.00	-4.00
A11	fis3	-	Negativo	2.5	5.0	2.5	4.00	4.00	-4.00
A11	ant2	+	Positivo	1.0	5.0	1.0	3.40	3.00	3.19
A11	ant4	-	Negativo	1.0	5.0	1.0	3.40	3.00	-3.19
A12	fis2	-	Negativo	2.5	5.0	2.5	4.00	3.00	-3.46
A13	fis1	-	Negativo	7.5	5.0	5.0	5.75	5.00	-5.36
A13	ant1	-	Negativo	7.5	5.0	1.0	5.35	3.00	-4.01
A13	ant4	-	Negativo	7.5	5.0	2.5	5.50	4.00	-4.69

		1	
		1	
		1	1
		1	
	1	1	
	1		
0	20	37	9

CUADRO EI - 3
MATRIZ CAUSA - EFECTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Proyecto: Evaluación de impactos ambientales de las actividades productivas del sitio Guabal
Fase: Actividades productivas
Elaboración: Jonathan Esteban ZAMBRANO COBEÑA

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES PRODUCTIVAS																		
CÓDIGO	COMPONENTE	FACTOR	SUBFACTOR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	SUMA DE IMPACTOS DEL FACTOR	IMPACTO MÁS DESVENTAJOSO	IMPACTO MENOS DESVENTAJOSO	IMPACTO PROMEDIO DEL FACTOR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
				Riego	Control de malezas	Control de enfermedades	Fertilización química	Poda de plantaciones	Recolección de frutos	Traslado de frutos	Extracción de granos	Fermentación	Secado	Limpieza y selección	Almacenamiento	Comercialización del cacao						
fis1	Físico	Aire	Calidad del aire ambiente		-4.21	-4.61			-2.48		-2.48	-3.71	-3.40	-4.00		-5.36	-30.3	-5.4	-2.5	-3.8	1.00	
fis2	Físico	Suelo	Calidad del suelo		-4.77	-4.61	-5.70		-3.32	-3.32	-3.32	-3.71	-3.40	-4.00	-3.46		-39.6	-5.7	-3.3	-4.0	0.81	
fis3	Físico	Agua	Hidrografía y calidad del agua	-6.16			-5.70	-4.12	-3.32		-3.32	-3.71		-4.00			-30.3	-6.2	-3.3	-4.3	1.14	
bio1	Biótico	Fauna	Especies de fauna		-6.82	-6.93	-6.24	-5.48									-25.5	-6.9	-5.5	-6.4	0.66	
bio2	Biótico	Flora	Flora natural y sembradíos		-6.82	-6.93	-6.24	-5.48									-25.5	-6.9	-5.5	-6.4	0.66	
ant1	Antrópico	Población	Actividades socioeconómicas		-4.36	-3.71	-3.89	-3.05	-3.05	-3.05	-3.05					-4.01	-28.2	-4.4	-3.1	-3.5	0.53	
ant2	Antrópico	Empleo	Contratación de mano de obra no calificada		3.77	3.05	2.39	1.73	2.39	2.39	1.73		3.19	3.19			23.8	1.7	3.8	2.6	0.70	
ant3	Antrópico	Percepción visual	Paisaje	-4.38	-3.46	-5.00	-6.12	-4.47	-2.39								-25.8	-6.1	-2.4	-4.3	1.28	
ant4	Antrópico	Calidad vida	Salud pública	-4.77	-2.48	-5.48	-5.70	-3.77	-1.73		-1.73	-2.66	-3.19	-3.19		-4.69	-39.4	-5.7	-1.7	-3.6	1.41	
SUMA DE IMPACTOS SEGÚN COLUMNAS				-15.31	-29.15	-34.22	-37.20	-24.64	-13.90	-3.98	-12.17	-13.79	-6.80	-12.00	-3.46	-14.06	-220.68					
VALOR DEL IMPACTO MÁS DESVENTAJOSO				-6.16	-6.82	-6.93	-6.24	-5.48	-3.32	-3.32	-3.32	-3.71	-3.40	-4.00	-3.46	-5.36		-6.93				
VALOR DEL IMPACTO MENOS DESVENTAJOSO				-4.38	3.77	3.05	2.39	1.73	2.39	2.39	1.73	-2.66	3.19	3.19	-3.46	-4.01			3.77			
IMPACTO PROMEDIO DE ESTA ACCIÓN				-5.10	-3.64	-4.28	-4.65	-3.52	-1.99	-1.33						-3.46	-4.69				-3.29	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR				0.94	3.35	3.17	2.94	2.48	2.01	3.22							0.68					2.67

Estimaciones gráficas de los impactos valorados

Figura 4.2.

Estimaciones de los impactos generados en las actividades productivas de cacao del sitio Guabal.

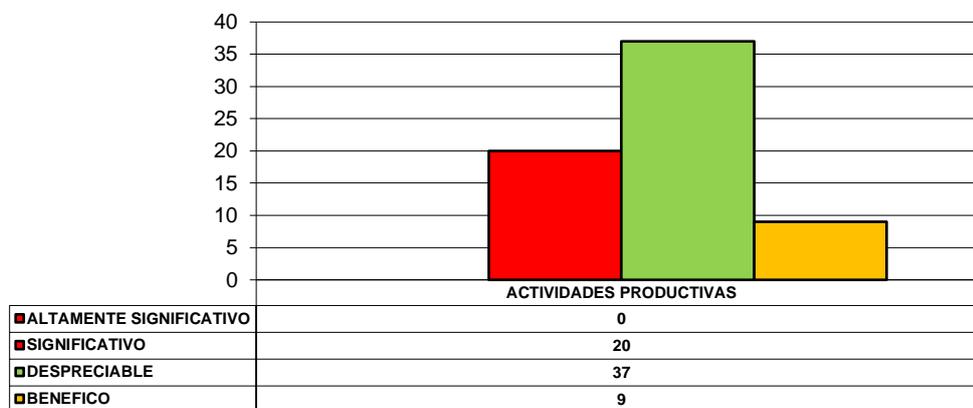
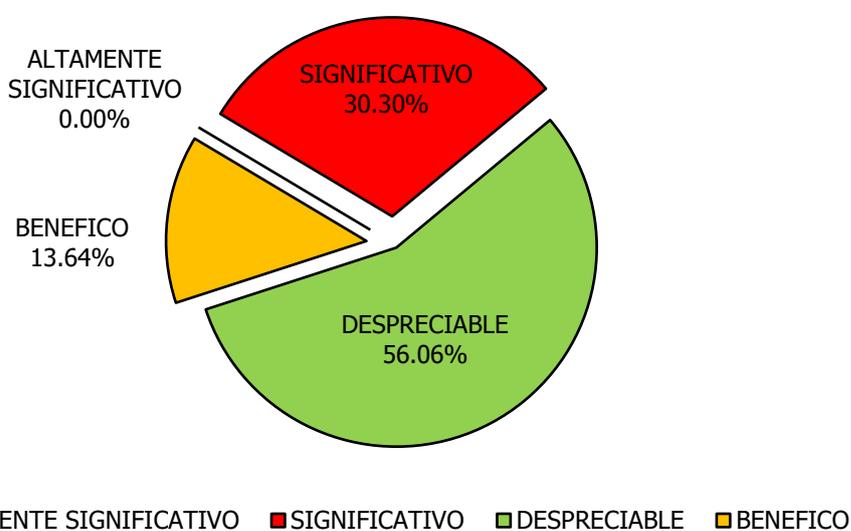


Figura 4.3.

Porcentaje de los impactos generados por las actividades productivas de cacao del sitio Guabal.



Los resultados de las matrices antes expuestas, permiten evidenciar que las actividades productivas de cacao del sitio Guabal no generan impactos ambientales altamente significativos que afecten de manera directa al componente físico, biótico y antrópico. Los impactos ambientales significativos, representan un 30,30%, y su presencia se debe a actividades como el riego, control de malezas, control de enfermedades, fertilización química, poda de plantaciones, y la comercialización.

Por otra parte, se presentaron 37 impactos despreciables, equivalente al 56,06%, los cuales presentan un nivel de importancia menor, debido a que por su fácil corrección con la aplicación de estrategias su repercusión en el entorno será paulatino. De igual manera, se presentaron 9 impactos benéficos, equivalente al 13,64%, mismos que son producto de la generación de empleo a través de la contratación de mano de obra no calificada para el desarrollo de ciertas actividades productivas de cacao del sitio Guabal.

Ante esto, Lafaux y Polanco (2022) refiere que es fundamental trabajar en el fortalecimiento de los modelos productivos de la zona rural, estableciéndose estrategias comunes, bajo un enfoque de objetividad y participación activa de profesionales, instituciones públicas, privadas y productores, con perspectivas a la innovación de los sistemas productivos actuales, con tecnologías limpias y eficiente

Presentación e interpretación de resultados de entrevista a actores clave

Una vez aplicado el instrumento de evaluación a la lideresa de la comunidad se logró determinar que:

- En el sitio Guabal, existen 15 ha destinadas a la agricultura, de las cuales 5 son destinadas al cultivo de cacao, y el restante están destinadas a otros cultivos.
- Los problemas del sistema productivo de cacao más importantes en el sitio Guabal son la falta de un sistema de riego y de tecnificación al momento de hacer las respectivas labores de campo.
- Los residuos de cacao generados en las áreas productivas del sitio Guabal, son destinados en una mayor proporción como abono para las mismas plantaciones.

- En el sitio Guabal, no existen zonas para la disposición de los residuos de cacao.
- Los productores de cacao del sitio Guabal no han recibido ningún tipo de ayuda gubernamental o privada para dar un manejo adecuado a los residuos generados dentro de sus fincas productivas, por lo que los productores poseen poca experiencia en el manejo de los residuos generados.
- La cantidad de cáscara de mazorca de cacao que aproximadamente generan los productores de cacao del sitio Guabal es de 5 ton.
- Los productores de cacao del sitio Guabal no conocen ninguna forma y/o alternativa de uso o aprovechamiento de los residuos de la cáscara de mazorca de cacao que se pueda comercializar.
- Los productores de cacao del sitio Guabal, consideran de suma importancia que se le dé un tratamiento a la cáscara de mazorca de cacao como iniciativa para conservar el medio ambiente y sacar algún tipo de rentabilidad de la materia prima, por lo que están dispuestos a desarrollar estrategias de valoración ambiental de la cáscara de mazorca de cacao en las zonas de producción del sitio como aporte a la economía circular; generar valor económico mediante la creación de productos a base de la cáscara de mazorca de cacao; y colaborar para que los productores vecinos cambien la forma de tratar los residuos de la cáscara de mazorca de cacao y apliquen estrategias de valoración ambiental en las zonas de producción.
- Existe disposición y apoyo por parte de los productores de cacao del sitio Guabal, tanto a nivel de Ministerio como de Municipios para educar a los productores de cacao para que mejoren el trato de este residuo.

A partir de estos resultados, se evidencia que los principales problemas del sistema productivo de cacao del sitio Guabal son la falta de un sistema de riego y de tecnificación al momento de hacer las respectivas labores de campo. Así mismo, otra problemática es la inadecuada disposición de los residuos de cacao, especialmente de la cáscara de mazorca de cacao, debido a que no existen zonas de disposición destinadas para este residuo, y sumado a esto la falta de información y capacitación sobre el manejo adecuado de los residuos generados dentro de sus fincas productivas.

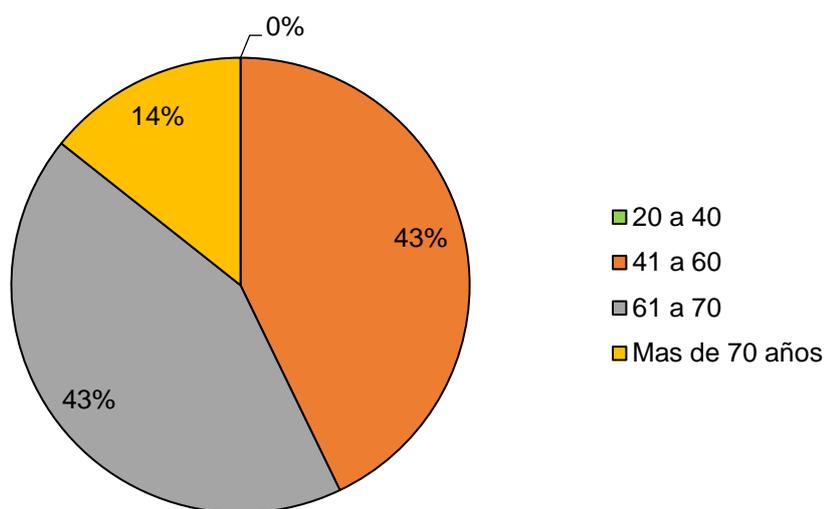
Herrera *et al.* (2020) afirman que la acumulación de cáscaras de mazorca de cacao dentro de las fincas, puede convertirse en un foco para el desarrollo de *Phytophthora spp*, que causa significativas pérdidas económicas en las actividades cacaoteras, y puede ser una fuente de olores indeseados. En tal virtud, en la actualidad, entre los productores de cacao se ha acentuado la necesidad de tecnificar y encontrar mecanismos que contribuyan a mejorar la productividad de sus cultivos (Pastrana, 2017), por lo que es importante incorporar dentro de las comunidades conceptos de economía ambiental, desarrollo sostenible, conservación y salud (Vargas *et al.*, 2021).

Presentación e interpretación de resultados de encuesta a productores de cacao del sitio Guabal

En la aplicación de la encuesta a los productores de cacao del sitio Guabal de la parroquia Quiroga se obtuvo como resultado lo siguiente:

Figura 4.4.

Edad.



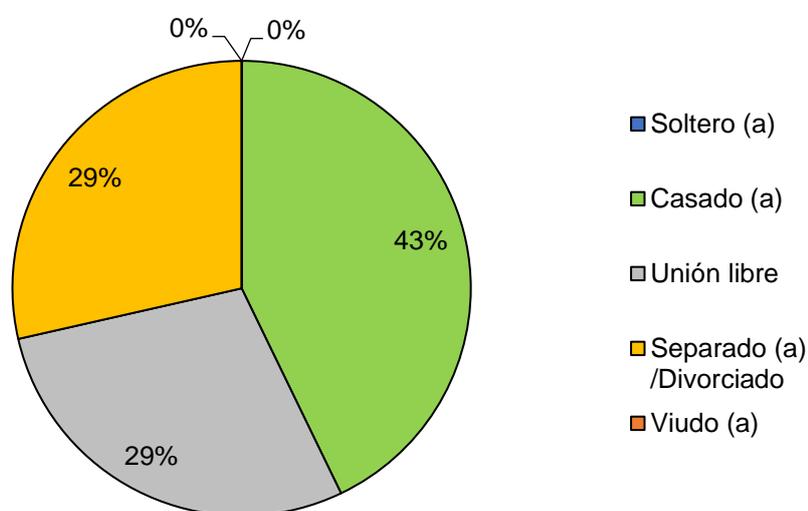
De los siete productores de cacao entrevistados en el sitio Guabal el 43% se encuentran en un rango de edad entre los 41 a 60 años y 61 a 70 años, respectivamente; y un 14% corresponde a productores de más de 70 años de edad. No hubo encuestados en el rango de edad de 20 a 40 años que se dediquen a esta

actividad productiva. Mejía (2019) menciona que un alto porcentaje de adultos mayores dedicados a la producción de cacao, podría convertirse en una limitante y/o dificultad para el acceso de conocimientos y nuevas tecnologías para el cultivo.

Es importante mencionar, que estos resultados también denotan la poca participación de jóvenes rurales en las actividades productivas de cacao, que de acuerdo a Martínez *et al.* (2022) este comportamiento puede estar asociado a factores relacionados con la migración de este sector poblacional hacia las zonas urbanas, además de la falta de interés y desestimulo de los jóvenes por la poca remuneración económica y comparativa entre el sector urbano y el sector rural

Figura 4.5.

Estado civil.

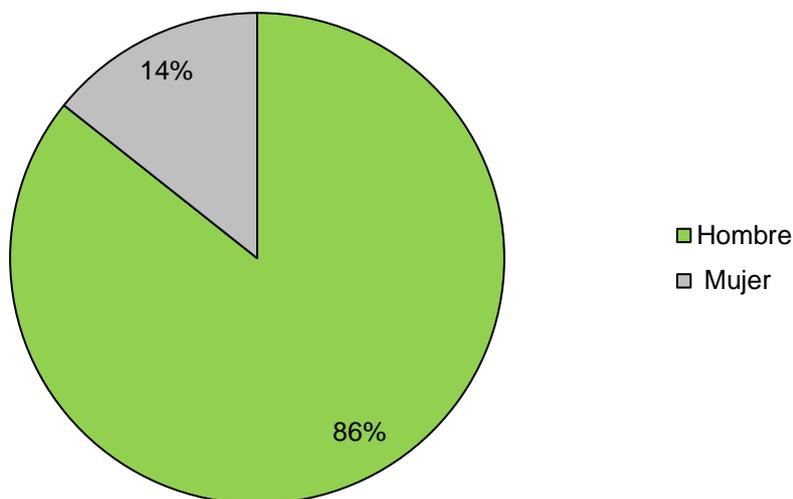


Con respecto a la variable estado civil, el 43% de los encuestados se encuentran casados; el 29% en unión libre y separados/divorciados, respectivamente. Ninguno de los encuestados del estudio refirió ser soltero o viudo. Ante esto, Lanz y Granado (2009) refiere que el estado civil de los productores muestra el comportamiento como grupo social dentro de la comunidad, debido a que su estudio reporta que 88% de los productores evaluados gozan de una estabilidad civil, esto es importante para el desempeño de la actividad agrícola, por cuanto los productores que poseen esa condición tienen un nivel de compromiso mayor en la parte familiar

que los compromete más con su actividad productiva, por lo que tienen un arraigo social mayor que los de otro estado civil.

Figura 4.6.

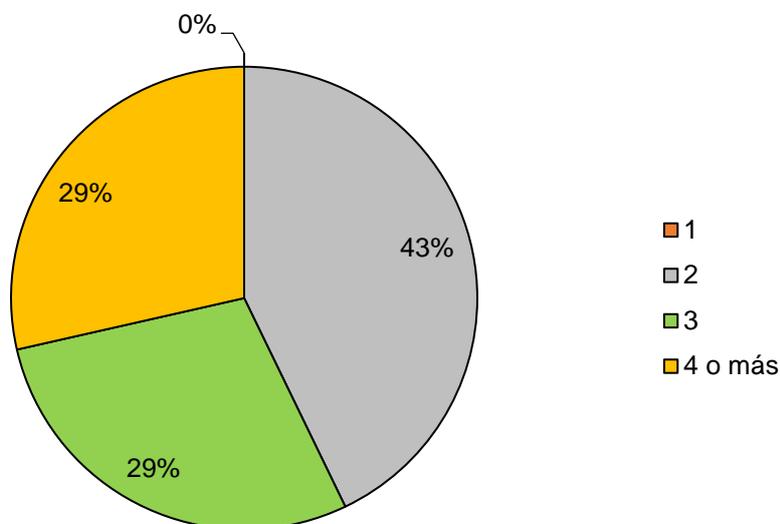
Sexo.



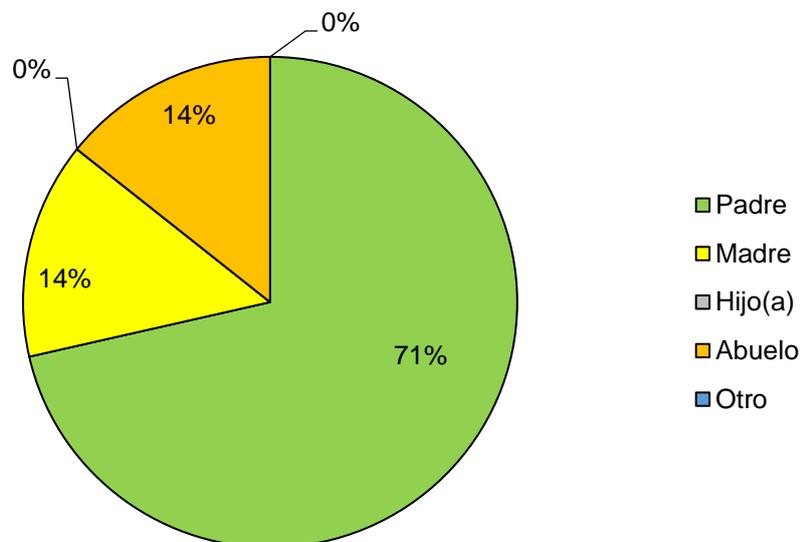
El 86% de los productores de cacao de la comunidad Guabal son hombres; y sólo el 14% son mujeres, evidenciándose que esta actividad es desarrollada en mayor proporción por hombres; valores que concuerdan con Barrezueta y Chabla (2018), que reportan una representación del género femenino que no supera el 21%, en relación a la del género masculino con un 79%, todo ello como consecuencia de los escenarios de inequidad y exclusión que existen aún en la actualidad.

Figura 4.7.

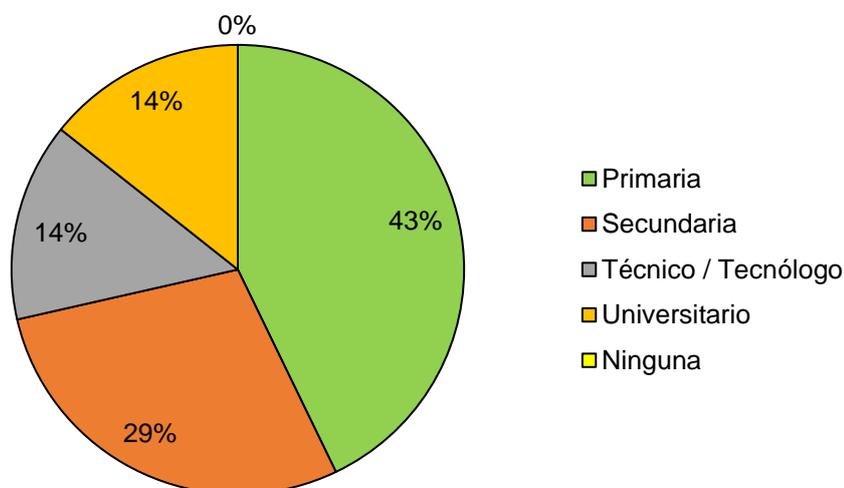
Tamaño del núcleo familiar.



En relación a la variable tamaño del núcleo familiar, el 43% de los productores de cacao encuestados indicaron que su núcleo familiar está conformado por dos personas; un 29% indican que los conforman 3 personas; y el porcentaje restante, equivalente al 29% constituyen hogares de 4 o más personas. Esta situación es similar a los datos reportados por Morales y Mideros (2021), debido a que evidenció que el número de dependientes en el hogar de familias agricultoras, en promedio se encuentra entre dos personas, ya que según Lanz y Granado (2009) familias numerosas requieren de mayores gastos por concepto de alimentación, vestido, vivienda y servicios.

Figura 4.8.*Rol en el hogar.*

Con respecto a la variable rol en el hogar, más de la mitad de los encuestados, equivalente al 71% del total, son padres; el 14% desempeñan el rol de madre y abuelo dentro del hogar, respectivamente. Ninguno de los encuestados refirió ser hijo o tener otro rol.

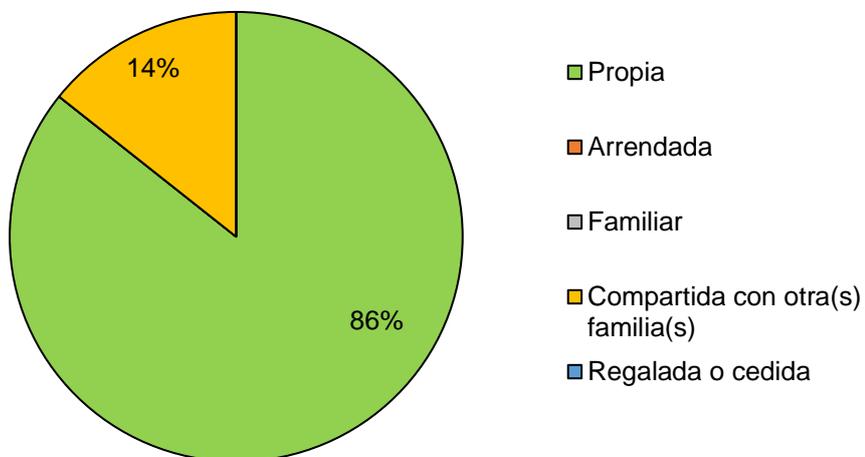
Figura 4.9.*Nivel de estudio.*

En cuanto a la variable nivel de estudio, el 43% de los productores de cacao encuestados indicaron que culminaron sus estudios primarios; el 29% culminó sus estudios secundarios; y el 14% refirió ser técnico/tecnólogo o poseer un título de tercer nivel, respectivamente. Datos similares reportan Barrezueta y Chabla (2018), al indicar que un porcentaje mayoritario, correspondiente al 49%, tiene formación primaria, seguido por un 36% con nivel de secundaria, y un porcentaje bajo (15%) en el nivel de educación superior, lo que pone en riesgo el grado de adaptación de tecnologías para la mejorar de las plantaciones.

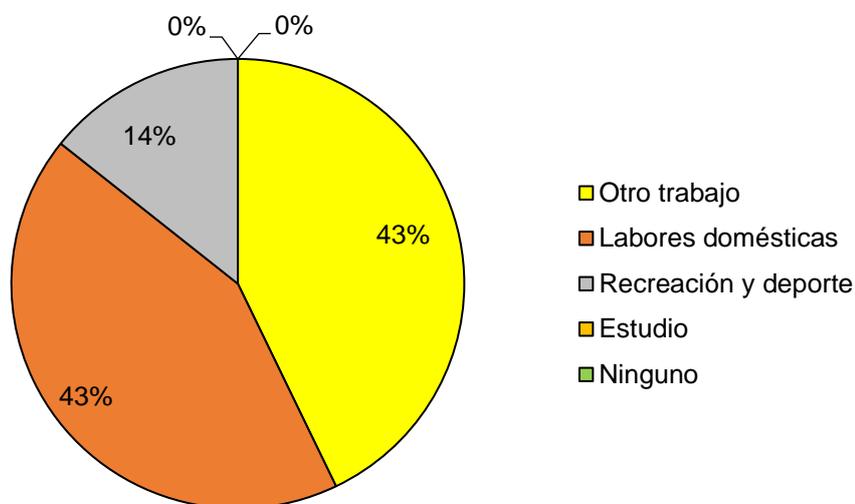
De igual manera, Carranza *et al.* (2020) enfatizan que esta situación es preocupante, debido a que los agricultores son perjudicados con su producción por la falta de estudio y programas de cultivo, dado que se siente la indiferencia por parte del gobierno donde no llega en su totalidad capacitación para el proceso de cultivo

Figura 4.10.

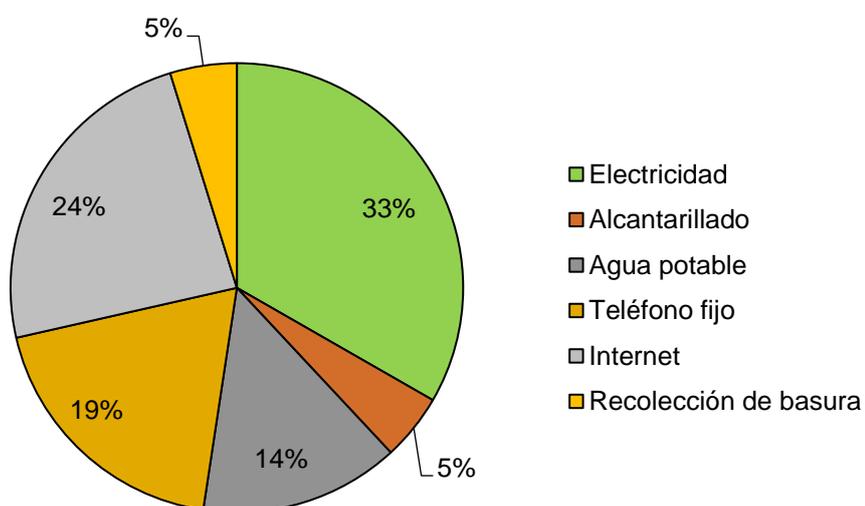
Vivienda.



Con respecto a la variable vivienda, más de la mitad de los encuestados, equivalente al 86% del total, poseen una vivienda propia; y sólo un 14% indica que es compartida con otras familias. Ninguno de los encuestados del sitio Guabal refirió ser poseer una vivienda arrendada, familiar, o regalada. Parada (2020) enfatiza que los habitantes del sector rural optan por una vivienda propia dado los precios de las mismas, ya que desde sus viviendas emprenden, específicamente tiendas.

Figura 4.11.*Uso del tiempo libre.*

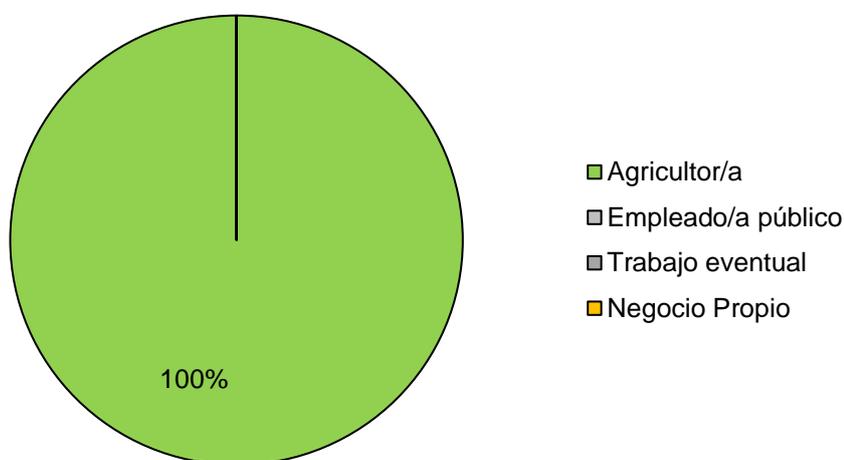
El 43% de los productores de cacao del sitio Guabal indicaron que durante su tiempo libre realizan otros trabajos y labores domésticas, respectivamente; mientras que un 14% refirió que se dedica a la recreación y deporte. Ningún encuestado indicó dedicarse al estudio en su tiempo libre.

Figura 4.12.*Servicios básicos.*

En cuanto a la variable servicios básicos, el 33% de los productores del sitio Guabal posee electricidad; el 24% cuenta con el servicio internet; el 19% con teléfono fijo; el 4% posee agua potable; y el 5% cuenta con un sistema de alcantarillado y servicio de recolección de basura, respectivamente. Estos datos son similares a los reportados por Del Valle (2020), que indica que los agricultores entrevistados cuentan con servicios básicos como energía eléctrica, teléfono fijo, e internet, y en menor proporción reporta un bajo porcentaje de agricultores con la disponibilidad de servicio de alcantarillado, agua potable y recolección de basura, todo esto como consecuencia de que sus hogares se encuentran en la zona rural.

Figura 4.13.

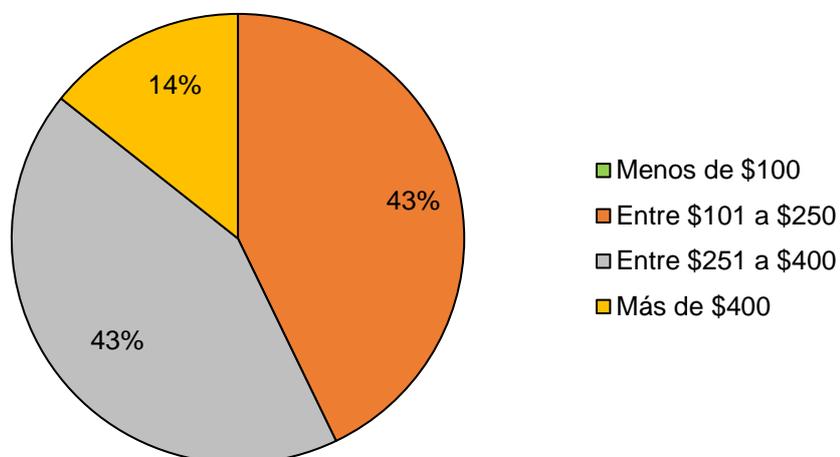
Ocupación laboral.



En relación a la variable ocupación laboral, el 100% de los encuestados indicaron que son agricultores(as). Ningún productor mencionó ser empleado público, estar en un trabajo eventual o poseer un negocio propio. Ante esto, Morales y Mideros (2021) indican que la agricultura es una de las principales fuentes de empleo e ingreso para la zona rural.

Figura 4.14.

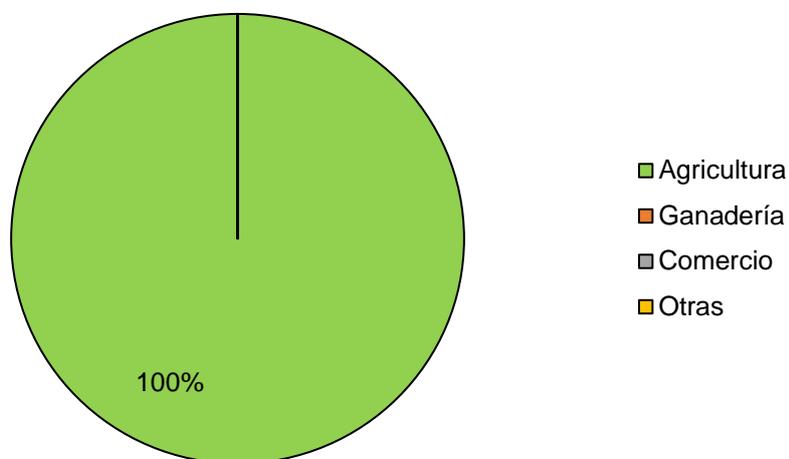
Ingresos mensuales.



Del 100% de los productores de cacao del sitio Guabal, el 43% menciona que su ingreso mensual oscila entre \$101 a \$250 y entre \$251 a \$400, respectivamente; mientras que un 14% percibe un ingreso de más de \$400. Ningún productor refirió tener ingresos de menos de \$100. Estos datos son similares a los obtenidos por Mata *et al.* (2018) que indican que los ingresos de los agricultores jefes de hogar fluctúan entre 183 y 233 dólares, mismo que lo obtienen a través de la producción de sus terrenos.

Figura 4.15.

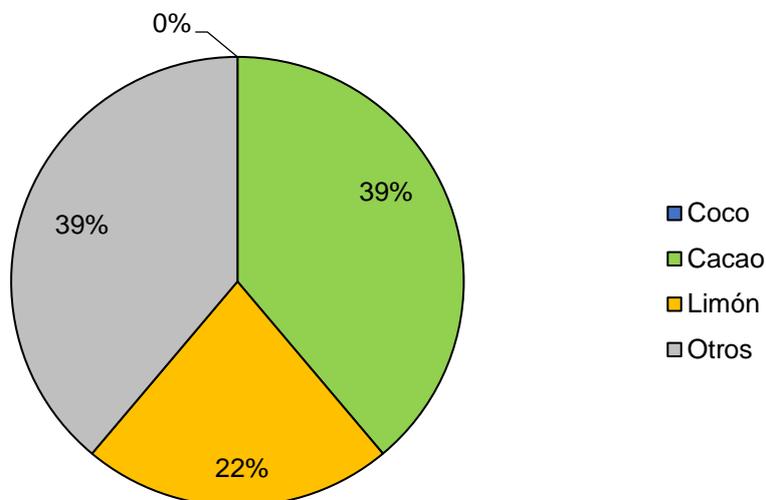
Sector laboral.



El 100% de los encuestados indicó que se dedica a la agricultura; sin embargo, cuatro productores, equivalente al 57%, se dedica también a la ganadería; lo que permite evidenciar que las actividades que realizan los encuestados se encuentran dentro del sector agropecuario. Sobalbarro *et al.* (2020) indican que, pese a que la producción del cacao es un negocio rentable, los productores no tienen al cacao como su principal fuente de ingreso y se dedican a otras actividades como la ganadería.

Figura 4.16.

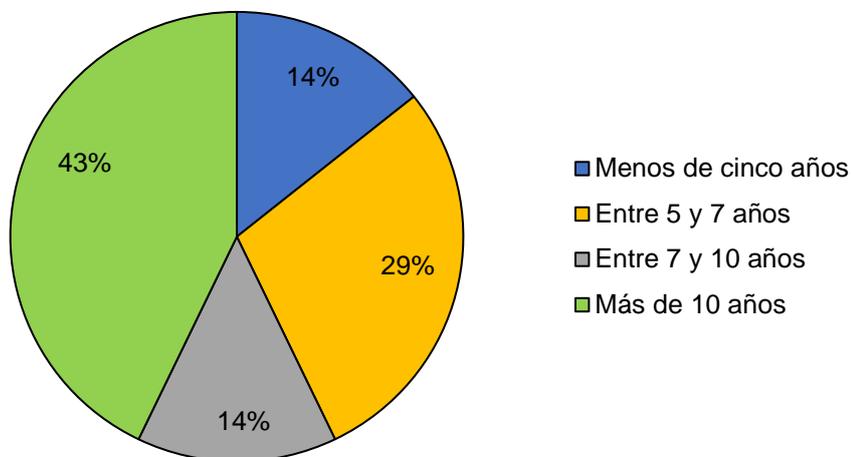
Cultivo que posee.



Con respecto a la variable cultivo que posee, el 39% de los encuestados indicaron que poseen cultivos de cacao; un 39% indicó que cuenta con otros cultivos como plátano, papaya, naranja y café; y un 22% refirió tener cultivos de limón dentro de su propiedad. Ninguno de los encuestados indicó poseer cultivos de coco. Ramos (2019) indica que, por la fácil asociación del cacao con otras especies arbóreas y frutales, los productores de cacao optan por la diversificación de los productos de su finca, con el objetivo de completar su producción, o como añaden Martínez *et al.* (2022) de percibir ingresos económicos adicionales durante todo el año con la venta de sus productos en el mercado local.

Figura 4.17.

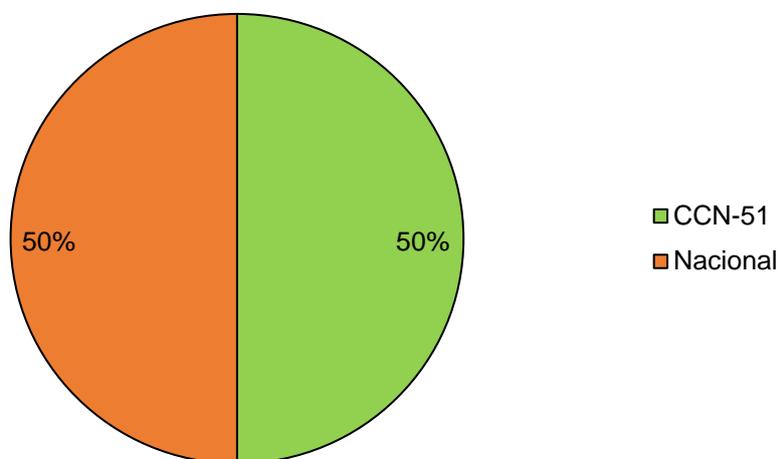
Tiempo dedicado en la producción de cacao.



En cuanto a la variable tiempo dedicado a la producción de cacao, el 43% de los productores encuestados indican que es de más de 10 años; un 29% entre 5 y 7 años; y un 14% indica que menos de 5 años y entre 7 y 10 años, respectivamente. Es por esto que Arcentales (2019) afirma que la actividad agrícola dedicada al cultivo de cacao tiene una historia relevante en la economía nacional, ya que su producción anual supera las 100000 TM en una superficie aproximada de 400 000 ha. y se estima que están vinculados a este cultivo alrededor de 100000 familias.

Figura 4.18.

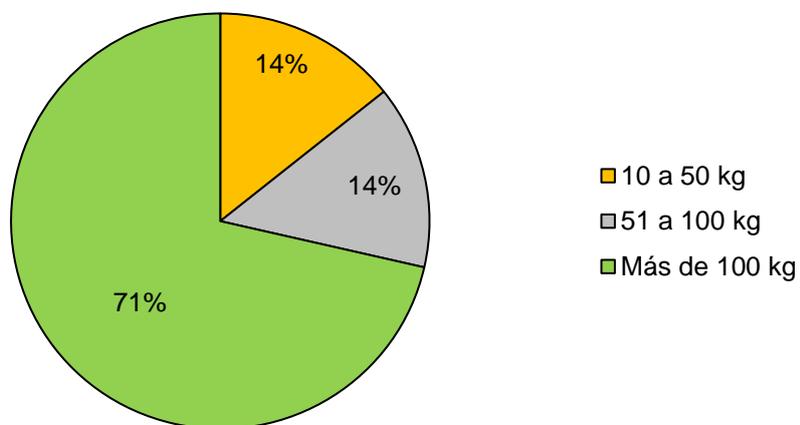
Variedad de cacao.



Del 100% de los productores encuestados, el 50% refirió que la variedad de cacao que posee dentro de sus propiedades es el Tradicional (CCN-51) dado que esta variedad posee altos rendimientos y una alta resistencia a las enfermedades; mientras que el 50% restante posee Cacao Nacional Fino y de Aroma. Estudios realizados por Tapia (2015) reportan que en Ecuador hay cerca de 100000 unidades productivas con más de 400000 hectáreas de cacao, de las cuales el 7% de esta superficie está sembrada con la variedad clonal CCN-51; el resto es Cacao Nacional Fino y de Aroma con reconocimiento internacional por sus atributos sensoriales.

Figura 4.19.

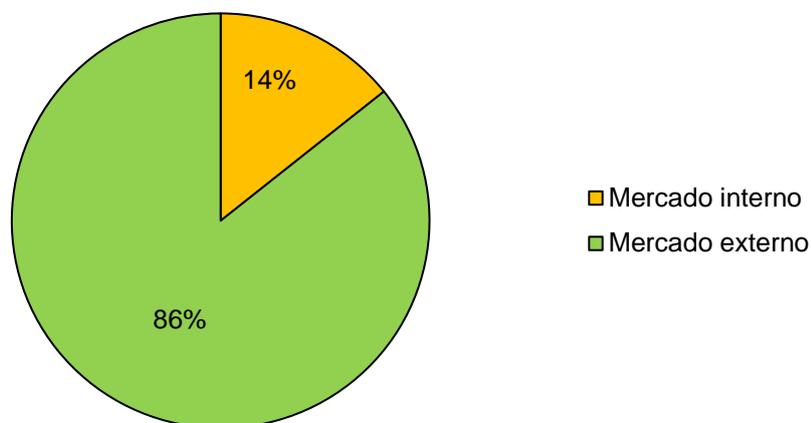
Producción de cacao.



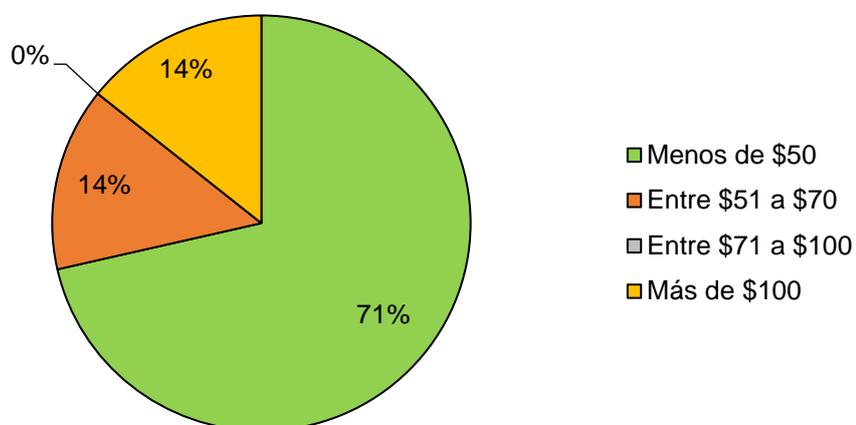
Con respecto a la variable producción de cacao, más de la mitad de los encuestados, equivalente al 71%, indican que en cada cosecha obtienen más de 100 kg de cacao; mientras que un 14% menciona que la producción de cacao que obtiene oscila entre 10 a 50 kg y entre 51 a 100 kg, respectivamente. Carranza *et al.* (2020), enfatiza que la baja producción de cacao depende de factores como las condiciones ambientales de la zona donde se cultiva, así como también varía en función la cantidad de hectáreas del cultivo con las que cuenta el productor.

Figura 4.20.

Mercado.



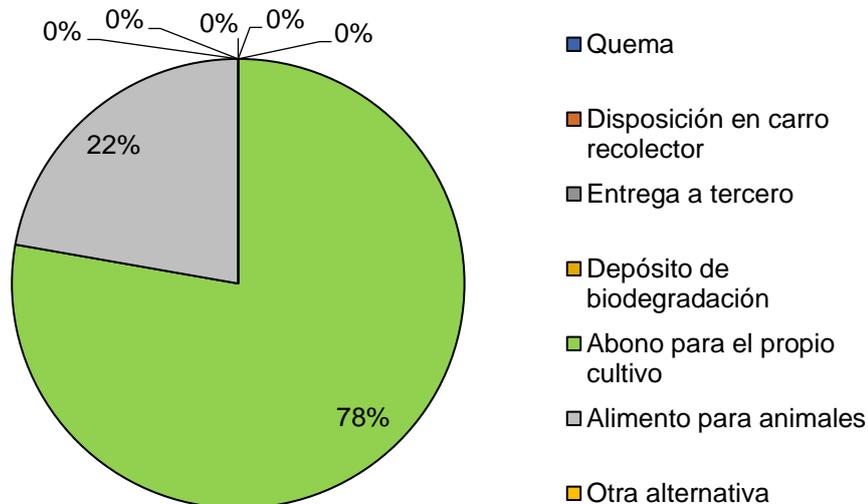
Con respecto a la variable mercado, más de la mitad de los encuestados, equivalente al 86% del total, comercializan su cacao en el mercado externo; mientras que un 14% lo comercializa en el mercado interno. García *et al.* (2021) indican que, en Manabí, el cacao comúnmente se llega al mercado por día formas, la primera a través de los intermediarios que recorren las fincas para comprar directamente el producto, que por lo general se compra en baba, y en ciertas ocasiones en seco; mientras que una segunda forma es efectuando la venta a los acopiadores rurales de la zona, que reúnen lotes más amplios y a su vez lo venden a los mayoristas para que eventualmente sea entregado a los exportadores.

Figura 4.21.*Ganancias.*

En relación a la variable ganancias, el 71% de los productores mencionan que la ganancia mensual que les deja la venta de cacao es menor de \$50; un 14% indica que entre \$51 a \$70; y otro 14% que obtiene ganancias de más de \$100. Ningún productor refirió obtener ganancias entre \$71 a \$100. Estudios previos han demostrado que el rendimiento y los costos de producción varía en función al área para producción de cacao, ya que la mayor producción de cacao se encuentra en sitios con una extensión superior a 30 ha (Paredes *et al.*, 2022).

Figura 4.22.

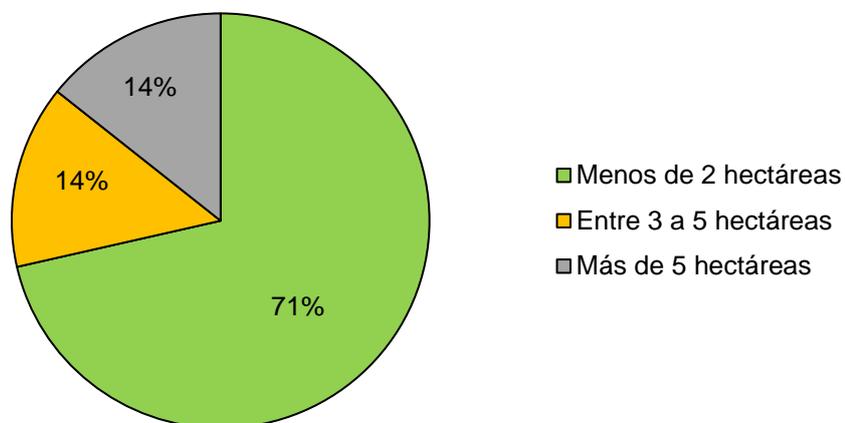
Destino de la mazorca (cáscara) de cacao.



En cuanto al destino de la cáscara de mazorca de cacao, más de la mitad de los encuestados, equivalente al 78%, la emplea como abono para el propio cultivo, mientras que un 22% la destina como alimento para animales; lo cual permite evidenciar que la falta de conocimientos, la ausencia de visión empresarial y la escasez de recursos limita al productor únicamente a utilizar la cáscara de mazorca de cacao como abono para las mismas plantaciones y como alimento para los animales. Es importante enfatizar que ninguno de los productores mencionó que la quema, la entrega al carro recolector, a terceros o almacena en un depósito de biodegradación. Bajo este contexto, Vargas (2021) refiere que generalmente los desechos del cultivo en los sistemas de producción agrícola, como restos de cosechas y maleza erradicada manualmente, es mayoritariamente utilizada como abono verde para las propias plantaciones.

Figura 4.23.

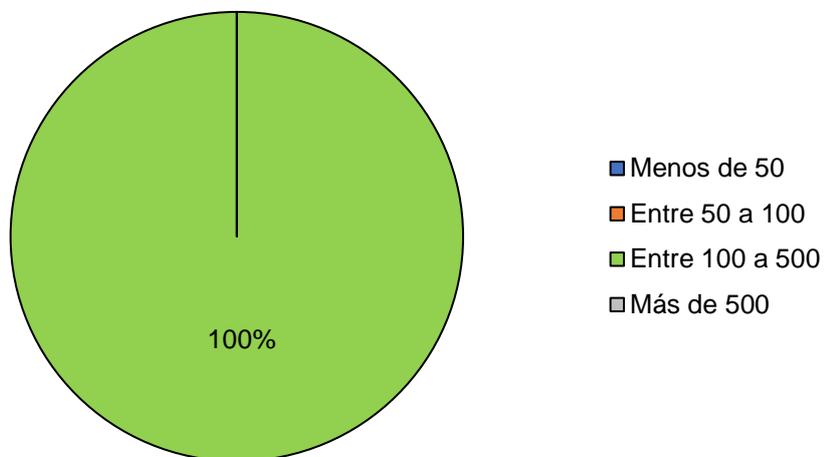
Superficie cultivada de cacao.



En cuanto a la superficie cultivada de cacao, la mayoría de los productores cuenta con menos de 2 hectáreas, equivalente al 71%; mientras que del 28% restante, un 14% dispone de entre 3 a 5 hectáreas y otro 14% más de 5 hectáreas, y concuerda con los resultados de Mejía (2019) quien enfatiza que, la cantidad de hectáreas del cultivo permite definir la característica del productor y afirma que la mayoría de los productores dedicados a la producción de cacao son pequeños productores con menos de 5 ha.

Figura 4.24.

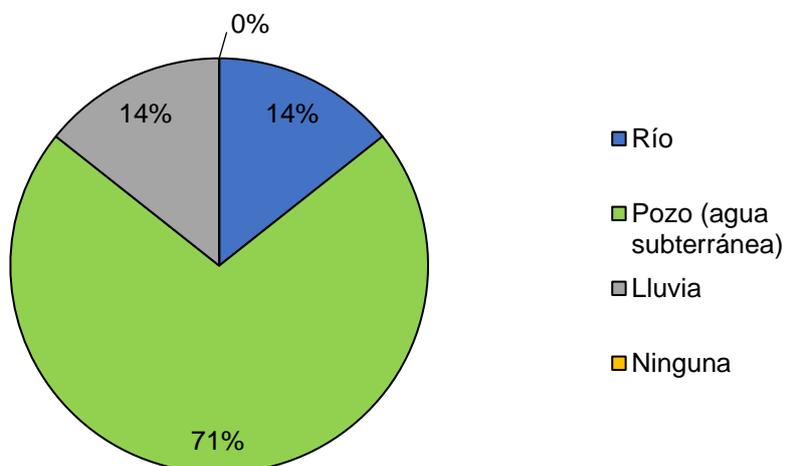
Número de plantas de cacao.



En lo que refiere al número de plantas de cacao, el 100% de los productores de cacao poseen entre 100 a 500 plantas dentro de sus fincas. Es importante mencionar que ninguno de productores de cacao del sitio refirió tener menos de 50 plantas cacao, entre 50 a 100 o más 500.

Figura 4.25.

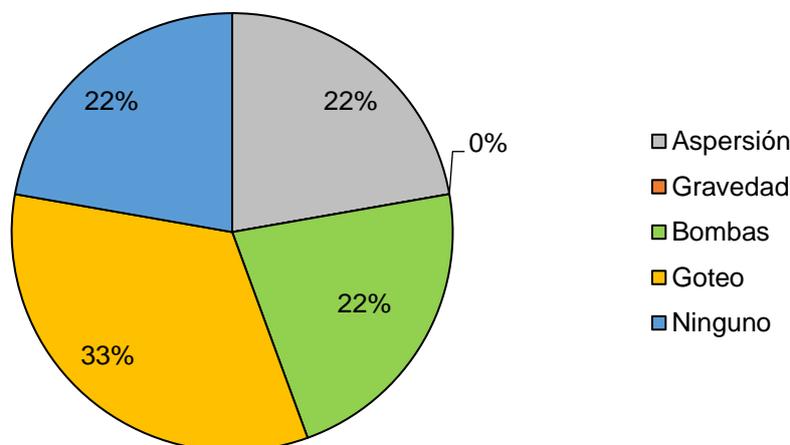
Fuente de suministro de agua.



En cuanto a la variable fuente de suministro de agua, más de la mitad de los encuestados, equivalente al 71%, indican que el agua que utilizan para sus cultivos es de pozo (agua subterránea); un 14% emplea agua de río; y otro 14% agua de lluvia. Ante esto, Motato y Pincay (2015) afirman que el 1,20% de las áreas cacaoteras reciben agua de manera artificial, proveniente de ríos y/o pozos que pueden presentar contaminación química, debido a las altas concentraciones de sales que generan cambios en las condiciones del suelo, volviéndolo infértil.

Figura 4.26.

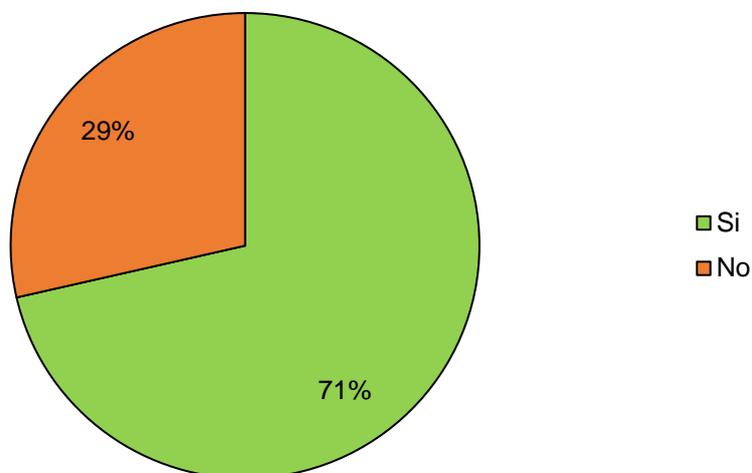
Sistema de riego.



Del 100% de los productores encuestados, el 33% refirió que el sistema de riego empleado en sus cultivos es por goteo; un 22% por aspersión y mediante bombas, respectivamente; mientras que otro 22% indicó que no emplea ningún sistema de riego en sus cultivos. Ningún productor indicó emplear el sistema de riego por gravedad. Al respecto, Loor (2019) enfatiza que el riego es una práctica de creciente adopción en la zona en respuesta al creciente riesgo de sequías prolongadas, sin embargo, en los sistemas de producción de cacao la frecuencia y métodos de riego son ineficientes e insuficientes al momento de satisfacer las necesidades hídricas del cacao.

Figura 4.27.

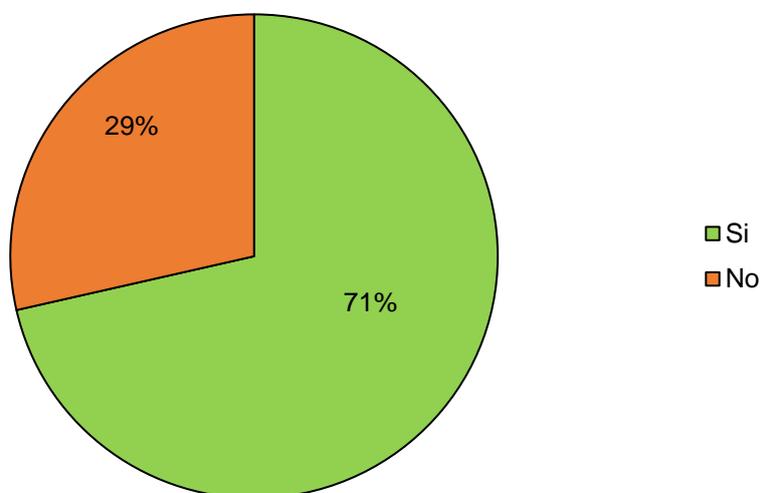
Buenas Prácticas Ambientales.



Del 100% de los productores de cacao, el 71% refirió que efectúa buenas prácticas ambientales en su propiedad, como la recolección de residuos plásticos dentro de las parcelas de cacao, la no utilización de insecticidas, y cero quemas del suelo. Mientras que un 29% indicó no efectuar Buenas Prácticas Ambientales dentro de su propiedad. Estos resultados son similares a los obtenidos por Parada y Veloz (2021) al indicar que en su estudio determinó que, del 100% de la población evaluada, el 34,22% indicaron la eliminación de aguas residuales como práctica ambiental, el 25,13% los abonos verdes, el 21,93% el uso de plaguicidas de modo racional y poco invasivo, evidenciándose de esta manera que los productores de cacao cuentan con un nivel de conciencia alto hacia el cuidado al medio ambiente y de la disposición de reducir el impacto que se pueda generar al cosechar el cacao.

Figura 4.28.

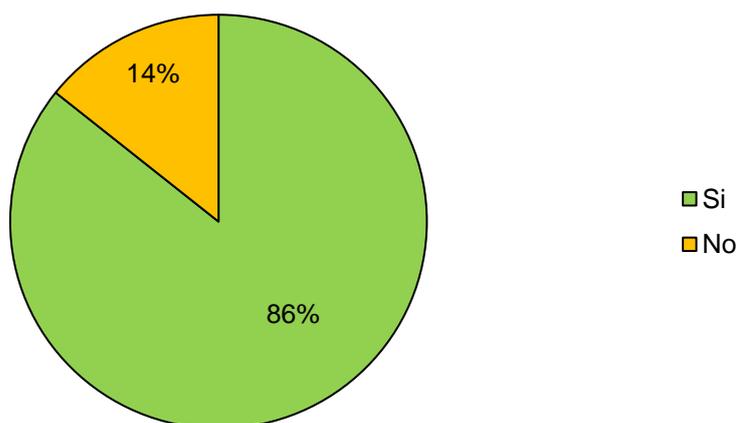
Capacitación en temas ambientales.



Del 100% de los productores de cacao, el 71% indicó que dentro de sus hogares si han recibido capacitaciones en temas ambientales; mientras que un 29% mencionó que ningún familiar de su hogar ha recibido capacitaciones en relación a estos temas.

Figura 4.29.

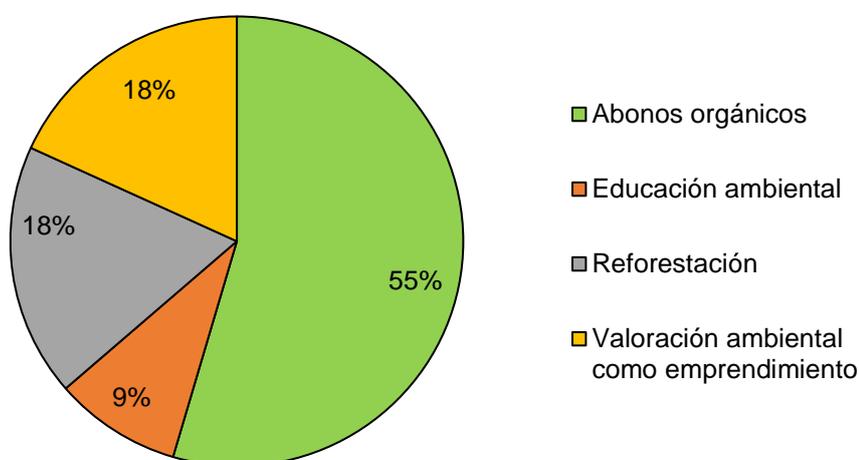
Participación en proyectos asociados a la gestión ambiental.



Más de la mitad de los encuestados, equivalente al 86%, indican que desean participar en proyectos asociados a la gestión ambiental con la finalidad de mejorar la productividad y rendimiento de sus cultivos a través de la aplicación de estrategias amigables con el ambiente; sin embargo, un 14% menciona que no desea ser partícipe de estos proyectos. Pabón *et al.* (2016) enfatizan que la participación en proyectos de esta índole permitirá la adopción de tecnologías por parte de los productores, de manera que les permita aumentar su competitividad y rentabilidad en el sector.

Figura 4.30.

Tipo de proyecto de gestión ambiental.



El 55% de los productores del sitio Guabal indican que el tipo de proyecto de gestión ambiental en el que le gustaría participar es en abonos orgánicos; un 18% en proyectos de reforestación y de valoración ambiental como emprendimiento, respectivamente; mientras que un 9% se inclina por proyectos de educación ambiental.

Análisis FODA

Con base a los resultados de la encuesta aplicada se realizó un análisis FODA a los productores de cacao del sitio Guabal, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 4.3.*Análisis FODA a productores de cacao del sitio Guabal.*

FODA	
Fortalezas	Oportunidades
1. Materia prima de calidad.	1. Apoyo por parte de los GAD municipales.
2. Producto de calidad.	2. Producto reconocido a nivel mundial.
3. Constante crecimiento de la demanda.	3. Desarrollo tecnológico que favorece al sector.
4. Condiciones climáticas y edáficas adecuadas para el cultivo de cacao.	4. Fortalecimiento de capacidades locales a través de trabajos de vinculación por parte de las universidades.
5. Experiencia acumulada de inserción en el mercado.	5. Apertura a mercados internacionales.
6. Fuerza de trabajo laboriosa.	6. Reactivación de plantaciones y asistencia técnica brindada por el Gobierno Nacional
Debilidades	Amenazas
1. Elevadas tasas de analfabetismo.	1. Incertidumbre e inestabilidad económica.
2. Edad avanzada de la mayoría de agricultores	2. Deterioro del recurso suelo (inadecuado manejo del suelo, etc.).
3. Insuficientes programas de asistencia técnica y transferencia de tecnología.	3. Situación económica del país comprometida.
4. Bajos ingresos económicos percibidos por la actividad.	4. Poco apoyo por parte de organismos públicos.
5. Dificultades en el otorgamiento de crédito y financiamiento de la pequeña producción.	5. Enfermedades en las plantas.
6. Falta de capacitación de los productores.	6. Presencia de fenómenos naturales.
7. Deficiencia de servicios básicos (alcantarillado, agua potable).	7. Nuevos gobernantes en la localidad.

Con base al análisis interno realizado, se evidencia que entre las fortalezas que poseen es importante destacar la materia prima y producto de calidad con el que cuentan; el constante crecimiento de la demanda del producto; las condiciones climáticas y edáficas adecuadas para el cultivo del cacao; experiencia acumulada de inserción en el mercado; y la fuerza de trabajo laboriosa de los productores de cacao de la comunidad. En cuanto a las debilidades, se observa que los productores de cacao del sitio Guabal poseen elevadas tasas de analfabetismo (43% de la población evaluada solo con estudios primarios); edad avanzada de la mayoría de agricultores (entre 40 a 70 años, equivalente al 86% de la población evaluada); insuficientes programas de asistencia técnica y transferencia de tecnología; bajos ingresos económicos percibidos por la actividad (ganancias de menos de \$50,00); dificultades en el otorgamiento de crédito y financiamiento de la pequeña producción; falta de capacitación de los productores; deficiencia de servicios básicos, tales como la carencia de un sistema de alcantarillado, servicio de recolección de basura, y agua potable).

En lo que respecta al análisis externo, se evidencia que las oportunidades con las que cuentan los productores de cacao del sitio Guabal son el apoyo por parte de los GAD municipales; reconocimiento del producto a nivel mundial; desarrollo tecnológico que favorece al sector productivo; fortalecimiento de capacidades locales a través de trabajos de vinculación por parte de las universidades; apertura a mercados internacionales; y la reactivación de plantaciones y asistencia técnica brindada por el Gobierno Nacional. Mientras que las amenazas a las que se encuentran expuestos como productores son la incertidumbre e inestabilidad económica; el deterioro del recurso suelo (inadecuado manejo del suelo, etc.); situación económica del país comprometida que podría ocasionar la disminución de los precios en los mercados nacionales e internacionales; poco apoyo por parte de organismos públicos; enfermedades en las plantas; presencia de fenómenos naturales que ocasiona daños a plantaciones y/o vías de acceso; y la presencia de nuevos gobernantes en la localidad.

A pesar de un nivel de estudio primario, Carranza *et al.* (2020) enfatiza que con los años los productores han ido evolucionado con los pocos conocimientos para dedicarse a la agricultura de manera permanente para así vender su materia prima a los industrializadores de cacao y por medio de ellos expandir su mercado internacional.; sin embargo, son perjudicados con su producción por la falta de estudio y programas de cultivo, se siente la despreocupación por parte del gobierno donde no llega en su totalidad capacitación para el proceso de cultivo

Para Reyes (2018) los problemas de los productores de cacao están directamente relacionados con el crecimiento económico y social de un sector, pues estos factores activan los procesos transformacionales necesarios para incrementar la competitividad del cacao en los mercados nacionales e internacionales, generando así el máximo valor agregado para funcionar en la región de la manera más armoniosa posible, basado en un marco legal e institucional coherente, considerando la equidad y el bienestar de los productores de cacao.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LA CÁSCARA DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR

Los resultados del análisis físicoquímico y funcional realizados a la cáscara de cacao, en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM MFL y de la Universidad Técnica de Manabí-Extensión Chone, resumen en la tabla 4.4.

Tabla 4.4.

Composición físicoquímica y funcional de los residuos de cáscara de cacao.

Parámetro	Unidad	Valor	Método de ensayo
Humedad	%	10,57	AOAC 930.15/90
Proteína bruta	%	2,15	AOAC 955.04/90
Grasa etérea	%	0,31	AOAC 920.39C
Fibra cruda	%	24,90	AOAC 962.09/90
Cenizas	%	10,08	AOAC 942.05/90
Contenido de Polifenoles Totales (CPT)	mg Ácido Gálico Equivalente/ 100g de muestra	137,55	Folin-Ciocalteu
Fibra detergente neutro (FDN)	%	51,05	AOAC 2002:04
Fibra detergente ácido (FDA)	%	40,49	AOAC 973.18
Hemicelulosa	%	10,55	% FDN - % FDA
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	%	52,00	AOAC

La caracterización físicoquímica de los residuos cáscara de cacao permite evidenciar que el valor de la humedad es de 10,57%, el cual representa un bajo porcentaje de humedad, en relación a lo reportado por Pérez y Torres (2023), con un valor de 85,20%. Así mismo, se compara con los resultados obtenidos por Torres (2019), que en su investigación obtiene valores entre el 85,44; 86,57 y 85,43% de humedad de la cáscara de cacao. Sin embargo, un valor más parecido fue reportado por Lock (2018) siendo de 10,52. En tal virtud, Jacobo y García (2022) enfatizan que el contenido de humedad, en la cáscara de cacao, dependerá de la calidad y tipo de materia prima, del espesor de la cáscara, así como el proceso de deshidratación al cual han sido sometidas.

En relación al contenido de proteína bruta se observó que el valor reportado en este estudio (2,15%) fue inferior a lo reportado por Jacobo y García (2022) con 18,83% de proteína, Villamizar y López (2017) con 6,30% y Salazar (2016) con un valor promedio de 6,90% para la cáscara de mazorcas de cacao. Bajo este contexto, Chafla *et al.* (2016) indica que la variabilidad de este parámetro presenta variaciones por la fertilización del cultivo, debido a que la absorción de potasio en la planta aumenta en presencia de nitrógeno y, por tanto, incrementa la proteína y el ATP.

En concordancia al contenido de proteína cruda, el valor de la grasa etérea obtenida (0,31%) fue inferior al reportado por Herrera *et al.* con 0.80% de grasa, Villamizar y López (2017) con 0,70% y Villamizar *et al.* (2021) con un valor de 071%. Con base a esto, Torres (2023) afirma que en general, las cáscaras de cacao son más bajas en grasas en comparación con los granos de cacao, que presentan porcentajes de grasa entre el 45 y 52% según lo reportado por Andrade *et al.* (2019), lo que permite la elaboración de subproductos bajos en grasas.

En cuanto al parámetro de fibra cruda, se obtuvo un valor de 24,90%, por lo que de acuerdo a Castillo *et al.* (2018) podría ser considerado para la elaboración de subproductos en el área agroindustrial (p. 162). Vera *et al.* (2021) y Villamizar *et al.* (2021) reportan valores de fibra cruda en la cáscara de cacao de 39,49% y 20,52% respectivamente. Los valores asociados a este parámetro, de acuerdo a los valores obtenidos por estos investigadores es similar al valor obtenido en esta investigación, la cual indica que es una significativa fuente de pectina.

El contenido de cenizas obtenido fue de 10,08%, siendo un valor similar al reportado por Salazar (2016) quien obtuvo un valor de 10,05%, e inferior al valor reportado por Vera *et al.* (2021), con un valor de 11,78%. Por tal motivo, Yegres *et al.* (2001) afirman que las cáscaras de cacao constituyen un sustrato adecuado para formular medios de crecimiento fúngico en sistemas de fermentación en medio sólido, sin necesidad de nutrientes añadidos, debido a su alto contenido mineral, cualidad que las hace potencialmente útiles.

En cuanto al Contenido de Polifenoles Totales (CPT), se obtuvo un valor de 137,55 mg Ácido Gálico Equivalente/100 g de muestra, el cual es un valor cercano a lo

reportado por Martínez *et al.* (2012), quienes reportaron un valor de 206,67 y 365,33 mg de ácido gálico equivalente (GAE)/100 g de muestra, lo que indica que los subproductos de la cáscara de cacao pueden considerarse una buena fuente de compuestos naturales con importantes propiedades antioxidantes. En tal virtud, Nieto *et al.* (2020) manifiesta que, en la actualidad, estos compuestos bioactivos representan una importante oportunidad económica y medioambiental porque pueden utilizarse como ingredientes funcionales en muchas industrias.

En la determinación de la Fibra Detergente Neutro (FDN), se obtuvo un valor de 51,05%, el cual es un valor superior al reportado por Salazar (2016), que obtuvo 30,50%, pero inferior al reportado por Vera *et al.* (2021) con 54,98%. En concordancia al contenido de FDN, el valor de la Fibra Detergente Ácido (FDA) obtenida (40,49%) fue superior al valor reportado por Salazar (2016), que obtuvo 19,20%, pero inferior al reportado por Vera *et al.* (2021) con 49,28%. A partir de la diferencia de estos dos parámetros, se obtuvo un valor del 10,55% de hemicelulosa.

Finalmente, el valor obtenido para el parámetro de extracto libre de nitrógeno (ELN), (52%), fue superior al reportado por Vera *et al.* (2021) con 44,86% y Yegres *et al.* (2001) con 47,01%. De Lourdes Vargas *et al.* (2019) enfatizan que el valor del ELN es una medida indirecta de los carbohidratos solubles o digeribles, por lo que Castillo *et al.* (2018) indica que un alto contenido de carbohidratos en las cáscaras de cacao constituye un problema a la hora de su aprovechamiento agroindustrial, al presentarse como una fuente generadora de energía para el desarrollo de enfermedades y de emisiones de gases.

4.3. ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL CON BASE A LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LAS CÁSCARAS DE CACAO EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA DEL CANTÓN BOLÍVAR

A partir del estudio socioambiental y de la composición fisicoquímica y funcional de los residuos de cáscara de cacao, se evidencia que la cáscara de cacao posee un enorme potencial para su valorización. En tal virtud, con base a la revisión

bibliográfica realizada se precisan las potencialidades del residuo de cáscara de cacao que permiten otorgarle un valor agregado a este residuo, y a su vez aportar a la economía circular del sitio Guabal y cumplir con el marco legal ambiental del Ecuador.

Tabla 4.5.

Principales Potencialidades de la Cáscara de Mazorca de Cacao.

Aplicación	Descripción	Resultados	Referencia
Producción de harina.	Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) variedad CCN-51.	Aplicación de dos métodos de secado (T1. Secado natural (luz solar) y un T2. Secado por charolas) para la determinación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales de la harina de cáscara de cacao. El T1 no cumple con los parámetros exigidos por la NTC 267 de la harina de trigo, por el contrario, el T2, si cumple. El análisis sensorial de la harina de cáscara de cacao mediante inclusiones con una harina comercial, a través de la elaboración de galletas se evidencia que el T1 (60% harina pastelera + 40% harina cáscara de cacao), tuvo mayor aceptación que el T2 (50% harina pastelera + 50% harina cáscara de cacao) y T3 (40% harina pastelera + 60% harina cáscara de cacao), en cuanto al sabor y sabor residual.	Villamizar <i>et al.</i> (2021)
Obtención espumas Poliuretano.	de Evaluación del uso de la cáscara de cacao como sustituto parcial de la matriz polimérica en la obtención de espumas de poliuretano.	Efecto de la inclusión de la cáscara de cacao en la formulación de espumas rígidas de poliuretano, basado en el reemplazo porcentual de los grupos hidroxilo, la cual se incluyó en la matriz polimérica de acuerdo a los porcentajes de incorporación del 5%, 10%, 15% y 20%, evaluándose físicas y mecánicas como la densidad aparente, la absorción de agua y la resistencia a la compresión. La espuma rígida de poliuretano que mejores propiedades presenta es la de un porcentaje de reemplazo de grupos OH del 20%.	Sarmiento (2019)

Biocombustible sólido.	Obtención de un biocombustible sólido por torrefacción húmeda a partir de la cáscara de la mazorca de cacao para la generación de energía.	El biocombustible obtenido a partir de la cáscara de la mazorca de cacao por torrefacción húmeda cuando se recircula el agua del proceso hasta tres veces presenta mejores características energéticas, en comparación con el biocombustible obtenido con agua destilada fresca, debido a que tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de cenizas, naturaleza hidrofóbica, PCS y rendimiento energético. La cantidad de energía bruta que puede suministrar el subproducto obtenido es de hasta 6,4 mayor que la energía que se necesita para producir el mismo dependiendo de las condiciones de operación del reactor.	Cayo (2018)
Adsorbente de elementos contaminantes en soluciones acuosas.	Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como adsorbente.	Determinación de propiedades físicas y químicas de la cáscara de mazorca de cacao para la obtención de las cantidades de lignina, celulosa, hemicelulosa, cenizas y porcentaje de humedad, propiedades térmicas mediante la técnica de termogravimetría TGA/DTG; y morfológicas mediante la técnica de microscopía electrónica de barrido SEM. Los valores de estas propiedades se asignaron a un modelo desarrollado por elementos finitos en un software de simulación SolidWorks, para validar las propiedades mecánicas en un componente de aplicación industrial, evidenciando que la cáscara de mazorca de cacao se presenta como una alternativa viable económicamente y sostenible ambientalmente para ser utilizada en la elaboración de tableros aglomerados para aplicaciones industriales.	Ardila y Carreño (2011)
Sustrato para la germinación de semillas de hortalizas.	Uso de la cáscara de la mazorca de cacao como alternativa de sustrato para la germinación de semillas de hortalizas.	Caracterización física, química, biológica y bioquímica del sustrato de la cáscara de mazorca de cacao, reportando elevados niveles de alcaloides, por lo que se realizó lavado del sustrato con alcohol de pH ácido, para disminuir la inhibición de germinación de las semillas. Las plantas de lechuga evidencian más tolerancia a los alcaloides encontrados en la cáscara de este residuo, en comparación con semillas de tomate riñón y apio.	Trujillo (2017)
Producción de carbón activado.	Aprovechamiento de residuos de cáscara de cacao en la obtención de carbón activado para ser usado como medio filtrante.	Obtención de carbón activado mediante activación química con Ácido Ortofosfórico al 85% de concentración, ejerce notable influencia en la disminución de los elementos presentes en el agua del río Quevedo, observándose que el filtro compuesto	Macías (2021)

		con varias capas presentó los mejores resultados de remoción.	
Alternativa bioprospección agroindustrial.	de Extracción de almidón de cáscara de cacao <i>Theobroma cacao L.</i> como alternativa de bioprospección.	Extracción del almidón por vía húmeda, reportando un valor de 12,04%, con un pH de 5,46, porcentaje de humedad, cenizas y fibra de 84, 35%, 8,21% y 6,80%; lo que refleja que este subproducto sirve para la realización de varias propuestas dentro del campo de la bioprospección agroindustrial, lo que permite la generación de biomateriales y demás productos de bajo costo.	Herrera <i>et al.</i> (2020)
Alimento para cerdo.	La cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) y su efecto como suplemento alimenticio en la producción de cerdos de engorde.	Las características bioquímicas y organolépticas de la cáscara de cacao, lo convierten en un subproducto apto para la alimentación de cerdos de engorde. Sin embargo, su empleabilidad en los suplementos alimenticios no debe superar el 50 % de la dieta alimentaria.	Pinargote (2017)
Elaboración de pulpa de papel.	Obtención de celulosa a partir de la cáscara de cacao ecuatoriano (<i>Theobroma cacao L.</i>) mediante hidrólisis térmica para la elaboración de pulpa de papel.	Obtención de papel, a través de un tratamiento alcalino suave, seguido de un moldeado, prensado y secado, que permitió obtener cartón de acuerdo a los valores altos de gramaje y espesor.	Torres (2019)
Elaboración de tableros aglomerados.	Caracterización físico-química de la cáscara de mazorca de cacao como posible uso en la elaboración de tableros aglomerados.	Altos porcentajes de lignina (43,6%), celulosa (34,4%) y hemicelulosa (11,75%), que convierte a este residuo en una materia prima potencial para conformar un material aglomerado, con buenas prestaciones en servicio.	Díaz <i>et al.</i> (2022)
Cáscara de cacao para la remoción de cromo en soluciones acuosas.	Uso de cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) para la remoción de cromo en solución acuosa.	Remoción del 54% de cromo con una relación masa volumen de 5gr/L, pH 6, tiempo de contacto 4 h, temperatura óptima de 18° y diámetro de partícula 0.6 mm, gracias a sus grupos funcionales que tienen una alta afinidad por los metales pesados y su uso en procesos de bioadsorción.	Pérez <i>et al.</i> (2020)
Planta extractora de polifenoles.	Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción.	Obtención de 6,0% de Polifenoles totales y 56,80% fibra dietaria, a partir de la extracción de 141,351 kg/h de cáscara de cacao, lo que indica una viabilidad en el aprovechamiento de los residuos de cáscara de cacao como nutrientes.	Villamizar y López (2017)
Sustrato para la eliminación de metales de efluentes ácidos.	Cáscara de cacao para la eliminación de metales pesados de soluciones ácidas	Eliminación de Pb del 95% con 40 g/l de cáscaras de cacao, demostrando ser muy eficaces en la eliminación de Pb en soluciones muy ácidas, en presencia de otros cationes (15% Al, 81% Cd, 57% Co, 53% Cr, 70% Cu, 45% Fe, 53% Mn, 50% Ni, 64% Zn). La preferencia de las cáscaras de cacao por el Pb no disminuyó en presencia de otros cationes, aniones u otros compuestos que pudieran estar presentes en el lixiviado del suelo.	Meunier <i>et al.</i> (2003)

Cáscara de cacao como adsorbente para la recuperación de metales de efluentes ácidos.	Eliminación de plomo superior al 90%, constituyendo un adsorbente eficaz para la eliminación de plomo de diferentes tipos de soluciones muy ácidas, con la posibilidad de regeneración de la cáscara de cacao durante al menos cuatro ciclos, sin que se produzca un deterioro físico del adsorbente y sin que disminuya el rendimiento de adsorción del plomo.	Fiset <i>et al.</i> (2002)
---	---	----------------------------

Con base a las potencialidades del residuo de cáscara de cacao identificadas, se realizó un contraste de las estrategias de valoración de este subproducto con lo establecido en el Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador y la Agenda 2030, tal como se detalla en la tabla 4.6.

Tabla 4.6.

Modelo de Matriz para el Contraste de las Estrategias de Valoración con la Agenda 2030 y el Libro Blanco.

Estrategias de Valoración	Meta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030	Acciones del Libro Blanco de Economía Circular relacionadas
Producción de harina	Producción Responsable y Consumos	Fortalecer el trabajo de asociaciones de agricultores para invertir e innovar en sus procesos productivos.
Obtención de espumas de Poliuretano	Producción Responsable y Consumos	Valorizar principales subproductos industriales y evaluar la factibilidad y oportunidades de reinserción a nivel intra e intersectorial.
Biocombustible sólido	Energía Asequible y no contaminante Producción Responsable Ciudades Sostenibles y Comunidades	Promover alianzas para el aprovechamiento e intercambio de residuos orgánicos de agrícolas como materia prima secundaria.
Adsorbente de elementos contaminantes en soluciones acuosas	Agua limpia y saneamiento Ciudades Sostenibles y Comunidades	Establecimiento de un proyecto o planta piloto para evaluar soluciones tecnológicas y biotecnológicas para la recuperación de nutrientes en aguas residuales en el país.
Sustrato para la germinación de semillas de hortalizas	Producción Responsable y Consumos	Brindar asistencia técnica y programas de capacitación a pequeños y medianos agricultores para la aplicación de técnicas de transformación in situ de residuos (compostaje, lombricompostaje, bokashi, bioles, etc.) en fertilizantes, abonos, y acondicionadores de suelo.
Producción de carbón activado	Agua limpia y Saneamiento	Promover alianzas para el aprovechamiento e intercambio de

	Ciudades Sostenibles	y	Comunidades	residuos orgánicos de agrícolas como materia prima secundaria.
Alternativa de agroindustrial	Producción Responsable	y	Consumos	Valorizar principales subproductos industriales y evaluar la factibilidad y oportunidades de reinserción a nivel intra e intersectorial.
Alimento para cerdo	Producción Responsable	y	Consumos	Evaluar el potencial de aplicación y recirculación de residuos agrícolas, como materia prima secundaria agroindustrial, piensos de animales, material de relleno o precursor de bioplásticos; teniendo en cuenta volúmenes, características fisicoquímicas, época del año en que se producen, distribución geográfica, costos de transporte y procesamiento y demanda potencial.
Elaboración de pulpa de papel	Ciudades Sostenibles	y	Comunidades	Valorizar principales subproductos industriales y evaluar la factibilidad y oportunidades de reinserción a nivel intra e intersectorial.
Elaboración de tableros aglomerados	Producción Responsable	y	Consumos	Identificar oportunidades de aplicación de ecodiseño y biomímesis desde saberes ancestrales.
Cáscara de cacao para la remoción de cromo en soluciones acuosas.	Agua limpia y saneamiento Ciudades Sostenibles	y	Comunidades	Establecimiento de un proyecto o planta piloto para evaluar soluciones tecnológicas y biotecnológicas para la recuperación de nutrientes en aguas residuales en el país.
Planta extractora de polifenoles.	Producción Responsable	y	Consumos	Valorizar principales subproductos industriales y evaluar la factibilidad y oportunidades de reinserción a nivel intra e intersectorial.
Sustrato para la eliminación de metales de efluentes ácidos.	Agua limpia y saneamiento Ciudades Sostenibles	y	Comunidades	Establecimiento de un proyecto o planta piloto para evaluar soluciones tecnológicas y biotecnológicas para la recuperación de nutrientes en aguas residuales en el país.

Con base a lo planteado, Bhat (2021) expone que se prevé un sistema ecológicamente consciente que gire en torno a los conceptos de generación cero de residuos y economía circular para la valorización efectiva de los residuos y subproductos de la industria agroalimentaria, con el fin de contribuir a la mejora de la economía, minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente y contribuir significativamente a la seguridad alimentaria regional, garantizando así la sostenibilidad de toda la cadena de producción y suministro (p. 3). Esto lo respalda, Chico (2022) al enfatizar que la valorización de los residuos de cáscara de cacao coadyuva a reducir la generación de residuos contaminantes y aumentar el desarrollo de productos potencialmente rentables, brindando beneficios económicos a todos los actores involucrados en la cadena productiva (p. 60).

Estos subproductos son una fuente considerable de carbohidratos, proteínas, lípidos, micronutrientes y compuestos bioactivos, por lo que se convierten en una excelente fuente de compuestos bioactivos, nutricionales y funcionales que pueden emplearse en diversas aplicaciones en la formulación de nuevos productos (Ousso *et al.* 2023, p. 31). En consecuencia, la valorización de estos se ha convertido en estratégica para la industria agroalimentaria, pero también para las políticas de sostenibilidad, ya que puede evitar la eutrofización de los ecosistemas y contribuir así a preservar los estándares ecológicos (Gil *et al.* 2022).

Por lo tanto, es fundamental incentivar a los productores del sitio Guabal de la parroquia Quiroga, para que realicen acciones de transformación de estos residuos en nuevos productos con el fin de valorizarlos y reducir su vertido en el medio ambiente. Sin embargo, Vásquez *et al.* (2019) sugiere que la valorización de estos residuos debe emplearse cuidadosamente para evitar sustancias tóxicas y peligros químicos y microbiológicos, con el fin de cumplir las políticas actuales de regulación alimentaria para nuevos alimentos, ingredientes y aditivos, y la aceptación de los consumidores, como factor clave para su reinserción en el mercado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el sitio Guabal existen siete fincas productoras de cacao, donde los productores poseen elevadas tasas de analfabetismo y edad avanzada, perciben bajos ingresos económicos por la actividad, carecen de programas de asistencia técnica y transferencia de tecnología y capacitación sobre el adecuado manejo del cultivo y aprovechamiento de los residuos generados, por lo que de la evaluación de impactos ambientales se evidenció que las actividades productivas no generan impactos ambientales altamente significativos, únicamente 20 impactos ambientales significativos (30,30%), 37 despreciables (56,06%) y 9 impactos benéficos (13,64%).
- Los análisis fisicoquímico y funcional realizados a la cáscara de cacao permiten evidenciar que esta posee 10,57% de humedad; 2,15% de proteína bruta; 0,31% de grasa etérea; 24,90% de fibra cruda; 10,08% de cenizas; 137,55 mg Ácido Gálico Equivalente/ 100g de muestra de Contenido de Polifenoles Totales (CPT); 51,05% de Fibra detergente neutro (FDN); 40,49% de Fibra Detergente Ácido (FDA); 10,55% de Hemicelulosa; y 52,00% de Extracto libre de nitrógeno (ELN), características que convierten a este residuo en una excelente fuente de compuestos bioactivos, nutricionales y funcionales que pueden emplearse en diversas aplicaciones en la formulación de nuevos productos.
- Las estrategias de valoración ambiental con base a la caracterización fisicoquímica y funcional de las cáscaras de cacao, se enmarcan en la obtención de nuevos subproductos farmacéuticos, médicos, nutracéuticos o alimentos funcionales de elevado interés comercial y ambiental para el sector cacaotero, tales como obtención de harina, de espumas de Poliuretano, de biocombustible sólido, así como adsorbentes de elementos contaminantes en soluciones acuosas, sustrato para la germinación de semillas de hortalizas, producción de carbón activado, remoción de cromo en soluciones acuosas, eliminación de metales de efluentes ácidos, y elaboración de pulpa de papel y tableros aglomerados, contribuyendo de

esta manera al cumplimiento del Objetivo 6. Agua limpia y saneamiento, 7. Energía asequible y no contaminante, 11. Ciudades y comunidades sostenibles, y 12. Producción y consumo responsable.

5.2. RECOMENDACIONES

- En función del diagnóstico de la situación actual de las fincas productoras de cacao del sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar, es imperiosa la necesidad de que los GAD municipales y parroquiales emprendan iniciativas de capacitación dirigidas a los productores de cacao para incrementar la competitividad del cacao en los mercados nacionales e internacionales y generar así el máximo valor agregado en las actividades.
- Incentivar a los productores cacao del sitio Guabal de la parroquia Quiroga, para que realicen acciones de transformación de los residuos de cáscara de cacao en nuevos productos con el fin de valorizarlos y reducir su vertido al medio ambiente.
- Continuar con este tipo de trabajos sobre el establecimiento de estrategias de valoración ambiental a partir de la caracterización fisicoquímica y funcional de subproductos agroindustriales para generar un registro de los potenciales usos de estos residuos que contribuya a reducir la generación de residuos contaminantes y darle un valor agregado para su posterior comercialización como aporte a la economía circular.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. (2014). El método de la investigación Research Method. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 9(3), 195-204.
- Almeida, M. y Díaz, C. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. *Avances en Ecuador. Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*, (8), 34-56.
- Andrade, J. Rivera, J. Chire, G. y Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12.
- Andrade, J. Rivera, J. Chire, G. y Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12.
- Andrade, Y. y Solórzano Z. (2017). *Incidencia de los residuos, en la calidad ambiental del entorno del centro de acopio de cacao "Fortaleza del Valle", Quiroga* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <http://repositorio.espam.edu.ec>.
- Angulo, C. Mathios, M. Racchumi, A. Bardales, R. y Ayala, D. (2021). Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero, usando diferentes volúmenes de sustrato. *Manglar*, 18(3), 261-266.
- Ankom. (2017). *Neutral Detergent Fiber in Feeds - Filter Bag Technique (for A2000 and A2000I)*. NDF Method 13. <https://www.ankom.com>.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2019). *Official Methods of Analysis, 21st Edition (2019)*. <https://www.aoac.org>.
- Ardila, C. y Carreño, S. (2011). *Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como adsorbente* [Tesis de Pregrado, Universidad Industrial de Santander]. <http://tangara.uis.edu.co>.
- Arocutipa, J. (2019). *Valoración económica ambiental del bosque de la Universidad Nacional del Altiplano Puno* [Tesis de Pregrado, la Universidad Nacional del Altiplano Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe>.
- Balladares, C. (2015). *Caracterización físico - química de los lixiviados del cacao y café del litoral ecuatoriano, como potenciales fuentes de producción de bioetanol* [Tesis de Doctorado, Universidad de las Palmas de Gran Canaria]. <https://accedacris.ulpgc.es>.
- Banderas, M. (2012). *Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec>.

- Barrezueta, S. y Chabla, J. (2018). Indicadores de sostenibilidad sociales y económicos: Caso productores de cacao en El Oro, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 11(27), 20-29.
- Bernal, T. (2021). *Revalorización de residuos de la Industria de Chocolate para la obtención de biomoléculas de interés industrial a partir de la cascarilla de cacao* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec>.
- Bhat, R. (2021). Sustainability challenges in the valorization of agri-food wastes and by-products. In *Valorization of agri-food wastes and by-products*. Academic Press, 1-27.
- Botero, N. Londoño, L. y Rojas, L. (2016). Extracción de polifenoles totales asistida por enzimas, a partir de residuos de la industria del cacao. *Agronomía Colombiana Suplemento*, 1, S622-S625.
- Bravo, M. Ruiz, M. y Sablón, N. (2020). Prospectivas de la economía circular en la cadena agroalimentaria del cacao ecológico fino de aroma en la provincia de Manabí. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, 37(1), 95-110.
- Cabrera, E. León, V. Montano, A. y Dopico, D. (2016). Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Centro azúcar*, 43(4), 27-35.
- Caicedo, C. y Díaz, A. (2020). *Memorias del Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana*. <https://repositorio.iniap.gob.ec>.
- Calle, T. (2017). *Utilización de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) fermentada en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento engorde* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec>.
- Campos, R. Nieto, K. y Oomah, B. (2018). Cocoa (Theobroma cacao L.) pod husk: Renewable source of bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 172-184.
- Carpio, E. Castro, L. y Fernández, M. (2018,). Caracterización físico-química de la cascarilla de Theobroma cacao L, variedades Nacional y CCN-51. *Conference Proceedings UTMACH*, 2(1), 213-222.
- Carranza, C. y Álava, G. (2011). *Impacto socio-económico de la Asociación Fortaleza del Valle en sus productores asociados, en el cantón Bolívar, 2009-2010* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <http://repositorio.esPAM.edu.ec>.
- Carranza, M. Y Vargas, M. (2019). Acciones de innovación participativa para la producción orgánica del pimentón (*Capsicum Annuum L.*). *Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar*, 1(1), 22-38.

- Carranza, W. Angulo, M. Cedeño, G. y Prado, Y. (2020). Evaluación socioeconómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of business and entrepreneurial studie*, 4(2), 96-106.
- Casallas, O. (2014). *Identificación y evaluación de especies forrajeras provisionarias integradas a sistemas de producción animal*. Universidad de la Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1229&context=zootecnia>.
- Castillo, E. Álvarez, C. y Contreras, Y. (2018). Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) cosechados en Caucaagua estado Miranda. Venezuela. *Revista de Investigación*, 42(95), 154-175.
- Cayo, E. (2018). *Obtención de un biocombustible sólido por torrefacción húmeda a partir de la cáscara de la mazorca de cacao para la generación de energía* [Tesis de Maestría, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec>.
- Chafla, A. Rodríguez, Z. Boucourt, R. y Torres, V. (2016). Bromatological characterization of cocoa shell (*Theobroma cacao*), from seven cantons of the Amazonia, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 50(2), 245-252.
- Chávez, C. (2017). *Evaluación preliminar de las cáscaras de cacao como una fuente de materia prima en la industria cosmética (Theobroma cacao L.)* [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo>.
- Chico, M. F. (2022). Valorization of Cocoa by Products: Applications and Perspectives in the Food Industry. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 29(2), 57-101.
- Cobos, E. (2021). *Ecuador tiene en el cacao una oportunidad de oro*. Revista Gestión Digital. <https://www.revistagestion.ec>.
- Codina, L. (2020). Cómo hacer revisiones bibliográficas tradicionales o sistemáticas utilizando bases de datos académicas. *Revista ORL*, 11(2), 139-153.
- Corvellec, H. Stowell, A. y Johansson, N. (2021). Critiques of the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 1-12.
- Cotto, J. (2019). *Manejo de las podas en el cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.), en la parroquia Pimocha* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec>.
- Crisosto, A. (2020). *Valoración de los residuos agroindustriales de la granada (Punica granatum) mediante la aplicación de tecnología supercrítica con CO₂* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe>.

- Curbelo, L. Pineda, J. Novoa, R. Novoa, M. Novoa, G. Cevallos, E. y Guevara, R. (2019). Diagnóstico rural participativo para sistemas lecheros de Pichincha en Ecuador y recomendaciones para apoyar un programa de desarrollo. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2(2), 56-71.
- De la Cruz, A. (2018). *Determinación de Dosificación de los Microorganismos Eficaces para compost a partir de la cáscara de Teobroma Cacao L. "cacao" Naranjos - Pardo Miguel - Rioja-2017* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto]. <https://repositorio.unsm.edu.pe>.
- de Lourdes Vargas, M., Brito, H. F., Cortez, J. A. T., López, V. M. T., & Huchin, V. M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA ergo-sum*, 26(2), 6.
- De Souza, P. Moreira, L. Sarmiento, D. y da Costa, F. (2018). Cacao—Theobroma cacao. *Exotic fruits*, 69-76.
- Del Valle, E. (2020). *Evaluación socioeconómica de los sistemas de producción de cacao Theobroma cacao L. en el cantón Urdaneta, provincia de Los Ríos* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec>.
- Delgado, N. (2018). *Plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América, provincia de Azuay-Ecuador* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec>.
- Díaz, A. Ramón, B. y Moreno, G. (2022). Caracterización físico-química de la cáscara de mazorca de cacao como posible uso en la elaboración de tableros aglomerados. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 12(1), 97-106.
- Díaz, C. (2014). *DDGS Manual Capítulo 33*. <https://grains.org>.
- Escudero, J. (2022). Plan integral de gestión ambiental para emprendimientos turísticos: caso de estudio Calceta, Ecuador. *RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir*, (16), 7-28.
- Falcón, G. y Fiallos, E. (2019). *Determinación de la línea base y diagnóstico socio-ambiental para la valorización ambiental y social de bioinsumos dentro de la agroecología en la parroquia de Ayora, cantón Cayambe, provincia de Pichincha* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec>.
- Faustino, M. Veiga, M. Sousa, P. Costa, E. Silva, S. y Pintado, M. (2019). Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. *Molecules*, 24(6), 1-23.
- Feria, H. Matilla, M. y Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didáctica y educación*, 11(3), 62-79.

- Fiset, J. Tyagi, R. y Blais, J. (2002). Cocoa shells as adsorbent for metal recovery from acid effluent. *Water Quality Research Journal*, 37(2), 379-388.
- Garabiza, B. Prudente, E. y Quinde, K. (2021). La aplicación del modelo de economía circular en Ecuador: Estudio de caso. *Revista Espacios*, 42(2), 222-237.
- García A. Pico, B. y Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Revista Digital Novasinerгия*, 4(2), 152-172.
- Gil, E. Forbes, T. Romero, A. Cianciosi, D. Giampieri, F. y Battino, M. (2022). Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products. *Food Chemistry*, 378, 131918.
- Gómez, A. y Zapata, G. (2020). *Estudio de Factibilidad del Modelo de Economía Circular como Herramienta para el Desarrollo Local del Cantón Caluma* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec>.
- González, G. y Vargas, J. (2017). La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Economía Coyuntural*, 2(3), 105-130.
- Guanga, S. (2018). *Estudio y aprovechamiento de los residuos del cacao de la compañía Nestlé como estrategia comercial* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec>.
- Guayza, F. y Valverde, M. (2021). *Economía circular: aprovechamiento de residuos del cacao en fincas de Vinces, uso potencial como materia prima para su industrialización* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec>.
- Gutiérrez, J. (2020). *Estrategias para la valorización de la biomasa generada en la producción y transformación del cacao (Theobroma cacao L.): revisión* [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es>.
- Gutiérrez, J. (2021). Estrategias de valorización para la cáscara de la mazorca del cacao. *Revista Scientia: Conocimiento que libera*. <https://www.journalscientia.com>.
- Haro, A. y Taddei, I. (2014). Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. *Economía, sociedad y territorio*, 14(46), 743-767.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- Herrera, J. Villa, L. Olaya, A. y García, L. (2020). Extracción de almidón de cáscara de cacao *Theobroma cacao L.* como alternativa de bioprospección. *Revista Ion*, 33(2), 25-34.

- Hinojosa, M. (2019). *Diagnósticos socio ambientales en Ecuador a partir de la Teoría de la Acción Colectiva y los Bienes Comunes* [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec>.
- Jacobo, J. y García, A. (2022). *Obtención y caracterización físico química de un sustrato nutritivo hecho a partir de los desechos del cacao para la producción de plántulas de hortalizas*. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.
- Lanz, O. y Granado, Y. (2009). Diagnóstico Agrosocioeconómico del Sector cacao (*Theobroma cacao L.*) en Yaguaraparo, Municipio Cajigal, estado Sucre, Venezuela. *Revista UDO Agrícola*, 9(2), 425-435.
- Linares, E. Díaz, S. González, M. Pérez, E. y Córdova, V. (2021). Metodología para el diagnóstico ambiental comunitario con fines investigativos desde el posgrado académico. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 309-319.
- Lock, D. (2018). *Potencial energético de los residuos de la cadena de valor del cacao (Theobroma cacao) en la Región Madre de Dios* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe>.
- Lock, D. (2018). *Potencial energético de los residuos de la cadena de valor del cacao (Theobroma cacao L.) en la Región Madre de Dios* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe>.
- Loor, A. (2019). *Análisis comparativo de dos sistemas de producción de cacao (Theobroma Cacao) y la Socioeconomía en pequeños agricultores del Cantón El Empalme* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec>.
- López, S. y Gil, A. (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao L.* (Malvaceae) "cacao". *Arnaldoa*, 24(2), 609-618.
- Lozano, M. (2020). *Utilización de los subproductos del beneficio del cacao: una revisión* [Tesis de Pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co>.
- Macías, G. (2021). *Aprovechamiento de residuos de cáscara de cacao en la obtención de carbón activado para ser usado como medio filtrante* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec>.
- Martín, I. Gamboa, M. Martín, F. y Reyes, V. (2021). Diagnóstico socioambiental del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) para la planificación del uso público, *Revista Científica RES NON VERBA*, (5), 157-174.
- Martínez, A. Grandett, L. Novoa, R. Martínez, J. Contreras, J. y Berrio, E. (2022). Technical-economic analysis of the *Theobroma Cacao L.* production system in the department of Sucre, Colombia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(3), 46-55.

- Martínez, J. Villamizar, R. y Ortiz, O. (2015). Caracterización y evaluación de la cáscara de mazorca de cacao (*Theobroma cacao* L.) como fuente de energía renovable. *Agrociencia*, 49(3), 329-345.
- Martínez, R. Torres, P. Meneses, M. Figueroa, J. Pérez, J. y Viuda, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. *Food Research International*, 49(1), 39-45.
- Mata, D. River, M. y Segovia, E. (2018). Sistemas agroforestales con cultivo de cacao fino de aroma: entorno socioeconómico y productivo. *Revista cubana de ciencias forestales*, 6(1), 103-115.
- Matamoros, E. (2016). *Técnica de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos de cosechas de cacao* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec>.
- Mejía, D. (2019). *Evaluación de la adopción tecnológica en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de San Alejandro - Padre Abad – Ucayali* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe>.
- Mejías, N. Orozco, E. y Galáan, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27-41.
- Mellinas, A. Jiménez, A. y Garrigós, M. (2020). Optimization of microwave-assisted extraction of cocoa bean shell waste and evaluation of its antioxidant, physicochemical and functional properties. *Lwt*, 127, 1-47.
- Méndez, J. Zambrano, F. y Ponce, W. (2021). Metanización de la biomasa residual de dos variedades de cacao y caracterización nutricional del sustrato biodigerido. *Biotempo*, 18(2), 33-42.
- Mendoza, L. Jiménez, J. y Ramírez, M. (2017). Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 131-138.
- Meunier, N. Laroulandie, J. Blais, J. y Tyagi, R. (2003). Cocoa shells for heavy metal removal from acidic solutions. *Bioresource Technology*, 90(3), 255-263.
- Montes, M. (2016). *Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec>.
- Morales, M. y Mideros, A. (2021). Análisis de la pobreza multidimensional en los hogares de la agricultura familiar campesina en el Ecuador, 2009-2019. *Revista Economía*, 73(118), 7-21.

- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553.
- Motato, N. y Pincay, J. (2015). Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *La técnica*, (14), 6-23.
- Muñoz, C. (2015). *Metodología de la Investigación*. Editorial Progreso S.A de C.V.
- Muñoz, N. Valadez, L. Mendiola, J. Ibáñez, E. y Villamiel, M. (2019). Structural characterisation of pectin obtained from cacao pod husk. Comparison of conventional and subcritical water extraction. *Carbohydrate polymers*, 217, 69-78.
- Murillo, S. Ponce, F. y Huamán, M. (2020). Características fisicoquímicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*). *Manglar*, 17(1), 67-73.
- Nguyen, V. y Nguyen, N. (2017). Proximate Composition, Extraction, and Purification of Theobromine from Cacao Pod Husk (*Theobroma Cacao L.*). *Technologies*, 5(2), 1-10.
- Nieto, K. Mendoza, N. y Campos, R. (2020). Cocoa By-products. *Food Wastes and By-products: Nutraceutical and Health Potential*, 373-411.
- Oduro, D. Ocloo, A. Lowor, S. Mingle, C. Okine, L. y Adamafo, N. (2018). Bio-dettheobromination of cocoa pod husks: reduction of ochratoxin A content without change in nutrient profile. *Microbial cell factories*, 17(1), 1-10.
- Ofori, C. y Lee, K. (2013). The potential of using cocoa pod husks as green solid base catalysts for the transesterification of soybean oil into biodiesel: Effects of biodiesel on engine performance. *Chemical Engineering Journal*, 20, 395-401.
- Olivares, B. (2014). Aplicación del análisis de componentes principales (ACP) en el diagnóstico socioambiental. Caso: Sector Campo Alegre, municipio Simón Rodríguez de Anzoátegui. *Multiciencias*, 14(4), 364-374.
- Ordoñez, E. León, A. Rivera, H. y Vargas, E. (2019). Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao L.*), tuna (*Opuntia ficus indica Mill*), uva (*Vitis Vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 175-183.
- Organización Internacional del Cacao. (2020). *Boletín trimestral de estadísticas del cacao, Número 2 - Volumen XLVI - Año del cacao 2019/20*. <https://www-icco-org>.
- Ortiz, K. y Álvarez, R. (2015). Efecto del vertimiento de subproductos del beneficio de cacao (*Theobroma cacao L.*) sobre algunas propiedades químicas y biológicas en los suelos de una finca cacaotera, municipio de Yaguará (Huila, Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos*, 19(1), 65-84.

- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232.
- Oussou, K. Guclu, G. Kelebek, H. y Selli, S. (2023). Valorization of cocoa, tea and coffee processing by-products-wastes. *Advances in Food & Nutrition Research*, 1-40.
- Panak, J. Ackar, D. Jokić, S. Jozinović, A. Babić, J. Milicević, B. Subaric, D. y Pavlović, N. (2018). Cocoa shell: A by-product with great potential for wide application. *Molecules*, 23(6), 1-14.
- Parada, O. (2020). *Análisis socioeconómico de los pequeños productores de cacao del recinto el guabito, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, en el periodo 2010 – 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec>.
- Parada, O. y Veloz, R. (2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*, 27(1), 1-17.
- Paredes, Y. Quispe, F. y Garate, J. (2022). La gestión empresarial y la productividad de las asociaciones de productores de Theobroma cacao L. en el distrito de Las Piedras, Madre de Dios. *Revista Amazónica de Ciencias Sociales*, 1(2), e189-e189.
- Perea, J. Ramírez, O. y Villamizar, A. (2011). Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 35-42.
- Pérez, I. Delgado, F. y Martínez, J. (2020). La economía circular como contribución a la sostenibilidad en un destino turístico cubano de sol y playa. *Estudios y perspectivas en turismo*, 29(2), 406-425.
- Pérez, L. Paz, I. Tejada, C. Sandoval, A. (2020). Uso de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) para la remoción de cromo en solución acuosa. *Revista EIA*, 17(34), 259-271.
- Pérez, N. (2020). *Valoración del biocombustible obtenido mediante fermentación de residuos agroindustriales* [Tesis de Pregrado, Universidad Científica del Sur]. <https://repositorio.cientifica.edu.pe>.
- Pérez, R. y Torres, J. (2023). *Caracterización de los residuos de cacao generados con potencial valor, para su uso en la industria alimentaria, en el cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec>.
- Pinargote, R. (2017). *La cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) y su efecto como suplemento alimenticio en la producción de cerdos de engorde* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec>.

- Porcelli, A. y Martínez, A. (2018). Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. *Revista Direito GV*, 14(3).
- Prieto, B. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de contabilidad*, 18(46), 56-82.
- Prieto, V. Jaca, C. y Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of cleaner production*, 179, 605-615.
- Quiñones, J. Trujillo, R. Capdesuñer, Y. Quirós, Y. y Hernández, M. (2013). Potencial de actividad antioxidante de extractos fenólicos de *Theobroma cacao* L.(cacao). *Revista cubana de plantas medicinales*, 18(2), 201-215.
- Ramírez, A. y Camacho, M. (2019). Diagnóstico participativo para determinar problemas ambientales en comunidades rurales. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 21(1), 86-113.
- Ramírez, E. Núñez, C. Valderrama, P. Atencia, O. y Rozo, E. (2017). Determinación de las propiedades fisicoquímicas y bromatológicas del guayabo de pava (*Bellucia grossularioides* L. Triana) en sus diferentes estados fisiológicos. *Alimentos Hoy*, 25(40), 69-76.
- Ramos, J. (2019). *Caracterización y tipificación de fincas productoras de cacao (Theobroma cacao L.) Nacional y CCN51 en el Cantón Montalvo - Los Ríos, Ecuador* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/>.
- Reyes, J. (2018). *Análisis y tendencia de la cadena productiva del cacao ecuatoriano: periodo de estudio 2010-2015* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec>.
- Rincón, J. Rincón, P. Torres, E. Mondragón, A. Sánchez, M. Arana, A. Ortiz, A. y Jiménez, E. (2016). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (*Cocos nucifera* L.). *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 279-284.
- Ríos, F. Soto, S. Quintero, A. Piloni, J. y Güemes, N. (2020). Harina de cáscara de vaina de cacao: Una opción para el aprovechamiento de residuos agroindustriales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 6(11), 5-7.
- Rojas, L. (2019). *Aprovechamiento de la cáscara de cacao para la elaboración de un biocomposito con aplicación en la construcción sostenible* [Tesis de Pregrado, Universidad El Bosque]. <https://repositorio.unbosque.edu.co>.
- Salazar, J. (2016). *Rendimiento de biomasa y valoración nutrimental de residuos pos cosecha de cacao (Theobroma cacao L.)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec>.
- Sánchez, V. Zambrano, J. y Iglesias, C. (2019). *La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe*. <https://www.fontagro.org>.

- Sarmiento, J. (2019). *Evaluación del uso de la cáscara de cacao como sustituto parcial de la matriz polimérica en la obtención de espumas de poliuretano* [Tesis de Pregrado, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co>.
- Saza, J. y Jiménez, J. (2020). Determinación de condiciones ambientales para la conservación de granos de cacao (*Theobroma cacao L.*) deshidratado durante el almacenamiento. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 11(1), 2-32.
- Seguí, L. Medina, R. y Guerrero, H. (2018). *Gestión de residuos y economía circular*. <https://www.diarioabierto.es>.
- Sigüencia, J. Delgado, J. Posso, F. y Sánchez, J. (2020). Estimación del potencial de producción de bioetanol para los residuos de la corteza del cacao en Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-20.
- Sobalbarro, M. Legarreta, M. García, F. Olivas, J. Carrillo, M. y Guzmán, A. (2020). Análisis Socioeconómico de los Pequeños Productores de Cacao en Honduras. Caso APROSACAO. *Ceiba*, (0848), 1-15.
- Sotelo, L. Alvis, A. y Arrázola, G. (2015). Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao L.*), determinación de su capacidad antioxidante. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 124-134.
- Tapia, C. (2015). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) Variedad arriba y CCN51 para la elaboración de una infusión* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec>.
- Tello, S., Avendaño, C. Vásquez, M. y López, M. (2020). Contenido de compuestos bioactivos en *Theobroma cacao L.* (seco y fermentado) de la región del Soconusco, Chiapas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 584-589.
- Titiloye, J. Bakar, M. y Odetoye, T. (2013). Thermochemical characterisation of agricultural wastes from West Africa. *Industrial crops and products*, 47, 199-203.
- Tonato, K. (2017). *Evaluación del uso de mesocarpio de cacao (Theobroma cacao L.) como agente espesante en la elaboración de mermelada de mango* [Tesis de Pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu>.
- Torrenegra, M. Villalobos, O. Castellar, E. León, G. Granados, C. Pajaro, N. y Caro, I. (2016). Evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de *Rubus glaucus B*, *Vaccinium floribundum K* y *Beta vulgaris L.* *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(4), 1-8.

- Torres, M. (2019). *Obtención de celulosa a partir de la cáscara de cacao ecuatoriano (Theobroma cacao L.) mediante hidrólisis térmica para la elaboración de pulpa de papel* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec>.
- Troncoso, C. y Amaya, A. (2017). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65(2), 329-332.
- Trujillo, V. (2017). *Uso de la cáscara de la mazorca de cacao como alternativa de sustrato para la germinación de semillas de hortalizas* [Tesis de Pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec>.
- Vargas, A. López, J. Alvarado, A. (2021). Sostenibilidad ambiental y manejo de residuos en sistemas de producción de cacao en el suroccidente de Boyacá-Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 18(3), 47-62.
- Vargas, O. Vite, H. y Quezada, M. (2021). Análisis comparativo del impacto económico del cultivo del cacao en Ecuador del primer semestre 2019 versus el primer semestre 2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 169-179.
- Vargas, Y. y Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59-72.
- Vásquez, Z. de Carvalho, D. Pereira, G. Vandenberghe, L. de Oliveira, P. Tiburcio, P. B., ... y Soccol, C. (2019). Biotechnological approaches for cocoa waste management: A review. *Waste management*, 90, 72-83.
- Vera, J. Jiménez, W. Naula, M. Villa, U. Zaruma, F. Montecé, G. Cabrera, W. Zambrano, F. y Astudillo, C. (2021). Residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) como alternativa alimenticia para rumiantes. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 13(2), 24-29.
- Villamizar, A. y López, L. (2017). Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción. *Respuestas*, 22(1), 75-83.
- Villamizar, Y. Rodríguez, J. y León, L. (2021). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad CCN-51. 1. *Cuaderno Activa*, 9, 65-75.
- Vriesmann, L. Dias de Mello, R. Amboni, C. y Lúcia de Oliveira, C. (2011). Cacao pod husks (*Theobroma cacao L.*): Composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 1173–1181.
- Yegres, S. Sánchez, J. Berlmar, M. Riveros, W. y Daniel, B. (2001). Producción de enzimas pécticas ensayos preliminares. *Revista SABER*, 13(1), 55-59.

Yepes, S. Montoya, L. y Orozco, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales–frutas–en Medellín y el sur del valle del Aburrá, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61 (1), 4422-4431.

ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE OBSERVACIÓN

FICHA DE OBSERVACIÓN	
 ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ	 Carrera de INGENIERÍA AMBIENTAL
Evaluado/a:	
Observador/a:	
Lugar:	
Fecha:	
Tema:	
Fase:	
Actividad:	

 Firma del Evaluado/a

 Firma del Observador/a

ANEXO 2. ENTREVISTA DIRIGIDA A ACTORES CLAVE, PRESIDENTES Y LÍDERES BARRIALES Y COMUNITARIOS DEL SITIO GUABAL

Estimado/a:

La presente entrevista es con fines netamente académicos y tiene como objetivo “Establecer estrategias de valoración ambiental en función de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar como aporte a la economía circular”. Por lo que la veracidad de las mismas es fundamental, dado que nos proveerá información de gran valor y utilidad para establecer estrategias de valoración ambiental que permitan darle a los residuos de cáscara de cacao un valor agregado para su posterior comercialización.

1. ¿Cuántas áreas de cultivo están sembradas en el sitio Guabal?
2. ¿Cuál es la superficie destinada al cultivo de cacao en el sitio Guabal?
3. ¿Cuáles son los problemas del sistema productivo de cacao más importantes en el sitio Guabal?
4. ¿Qué hacen los productores de cacao con los residuos generados?
5. ¿En el sitio Guabal disponen de zonas para la disposición de los residuos de cacao?
6. ¿Reciben los productores de cacao algún tipo de ayuda gubernamental o privada para dar un manejo adecuado a los residuos generados?
7. ¿Qué cantidad de cáscara de mazorca de cacao aproximadamente generan los productores?
8. ¿Conoce alguna forma de uso de la cáscara de mazorca de cacao que se pueda comercializar?
9. ¿Considera importante que se le dé un tratamiento a la cáscara de mazorca de cacao como iniciativa para conservar el medio ambiente y sacar algún tipo de rentabilidad de la materia prima?
10. ¿Estaría dispuesto a desarrollar estrategias de valoración ambiental de la cáscara de mazorca de cacao en las zonas de producción del sitio Guabal como aporte a la economía circular?
11. ¿Cómo considera la iniciativa de generar valor económico mediante la creación de productos a base de la cáscara de mazorca de cacao?
12. ¿Estaría dispuesto a colaborar para que los productores cambien la forma de tratar los residuos de la cáscara de mazorca de cacao y apliquen estrategias de valoración ambiental en las zonas de producción?
13. ¿Se contaría con el apoyo de ustedes, tanto a nivel de Ministerio como de Municipios para educar a los productores de cacao para que mejoren el trato de este residuo?

ANEXO 3. ENCUESTA DIRIGIDA A PRODUCTORES DE CACAO DEL SITIO GUABAL

Estimado/a:

La presente encuesta es con fines netamente académicos y tiene como objetivo “Establecer estrategias de valoración ambiental en función de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el sitio Guabal de la parroquia Quiroga del cantón Bolívar como aporte a la economía circular”. Por lo que la veracidad de las mismas es fundamental, dado que nos proveerá información de gran valor y utilidad para establecer estrategias de valoración ambiental que permitan darle a los residuos de cáscara de cacao un valor agregado para su posterior comercialización.

Nombre del propietario: _____

Comunidad: _____

Fecha: ____/____/____

1. Edad:

años

2. Estado civil

Soltero	
Casado	
Unión libre	
Separado(a)/Divorciado(a)	
Viudo	

3. Sexo

Hombre	
Mujer	

4. ¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?

personas

5. ¿Cuál es su rol en el hogar?

Padre	<input type="checkbox"/>
Madre	<input type="checkbox"/>
Hijo(a)	<input type="checkbox"/>
Abuelo(a)	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>

6. Nivel de estudio

Primaria	<input type="checkbox"/>
Secundaria	<input type="checkbox"/>
Técnico/Tecnólogo	<input type="checkbox"/>
Universitario	<input type="checkbox"/>
Ninguno	<input type="checkbox"/>

7. ¿La vivienda donde usted habita es?

Propia	<input type="checkbox"/>
Arrendada	<input type="checkbox"/>
Familiar	<input type="checkbox"/>
Compartida con otra(s) familias(s)	<input type="checkbox"/>
Regalada o cedida	<input type="checkbox"/>

8. Uso del tiempo libre

Otro trabajo	<input type="checkbox"/>
Labores domésticas	<input type="checkbox"/>
Recreación y deporte	<input type="checkbox"/>
Estudio	<input type="checkbox"/>
Ninguno	<input type="checkbox"/>

9. Marque los servicios básicos que dispone en su hogar

Electricidad	<input type="checkbox"/>
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>
Agua potable	<input type="checkbox"/>
Teléfono fijo	<input type="checkbox"/>
Internet	<input type="checkbox"/>
Recolección de basura	<input type="checkbox"/>

9. Ocupación laboral

Agricultor/a	
Empleado/a público	
Trabajo eventual	
Negocio propio	

10. Promedio de ingresos mensuales

Menos de \$100	
Entre \$100 a \$250	
Entre \$251 a \$400	
Más de \$400	

11. ¿A qué actividad se dedica?

Agricultura	
Ganadería	
Comercio	
Otras	

12. ¿Qué cultivo posee?

Coco	
Cacao	
Limón	
Otros	

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

13. ¿Hace cuánto tiempo se dedica a la producción y venta del cacao?

Menos de cinco años	
Entre 5 y 7 años	
Entre 7 y 10 años	
Más de 10 años	

14. ¿Qué variedad de cacao produce?

Tradicional (CCN-51)	
Cacao Nacional (Fino y de Aroma)	
Criollo	
Forastero	
Trinitario	

14. ¿Cuánto es la producción de cacao en cada cosecha (qq /lb/kg)

Especifique: _____

15. ¿Dónde comercializa estos productos?

Mercado interno	
Mercado externo	

16. ¿Cuál es la ganancia semanal que le deja la venta del cacao?

Menos de \$50	
Entre \$51 a \$70	
Entre \$71 a \$100	
Más de \$100	

17. ¿Qué destino le da a la cáscara de cacao?

Quema	
Disposición en carro recolector	
Entrega a tercero	
Depósito de biodegradación	
Abono para el propio cultivo	
Alimento para animales	
Otra alternativa	

18. ¿Cuál es la superficie utilizada en cultivo?

Menos de 2 hectáreas	
Entre 3 a 5 hectáreas	
Más de 5 hectáreas	

19. ¿Cuántas plantas posee?

Menos de 50	
Entre 50 y 100	
Entre 100 a 500	

20. ¿Qué fuentes de suministro de agua utiliza para el cultivo?

Río	
Pozo (agua subterránea)	

21. ¿Cuál es el sistema de riego empleado?

Aspersión	<input type="checkbox"/>
Gravedad	<input type="checkbox"/>
Bombas	<input type="checkbox"/>
Goteo	<input type="checkbox"/>
Ninguno	<input type="checkbox"/>

22. ¿Efectúa usted alguna Buena Práctica Ambiental en su hogar o trabajo?

Sí

No

Especifique: _____

23. ¿Alguna persona en su hogar ha recibido capacitaciones en temas ambientales?

Sí

No

Especifique: _____

24. ¿Desearía usted participar en proyecto asociados a la gestión ambiental dentro de su comunidad?

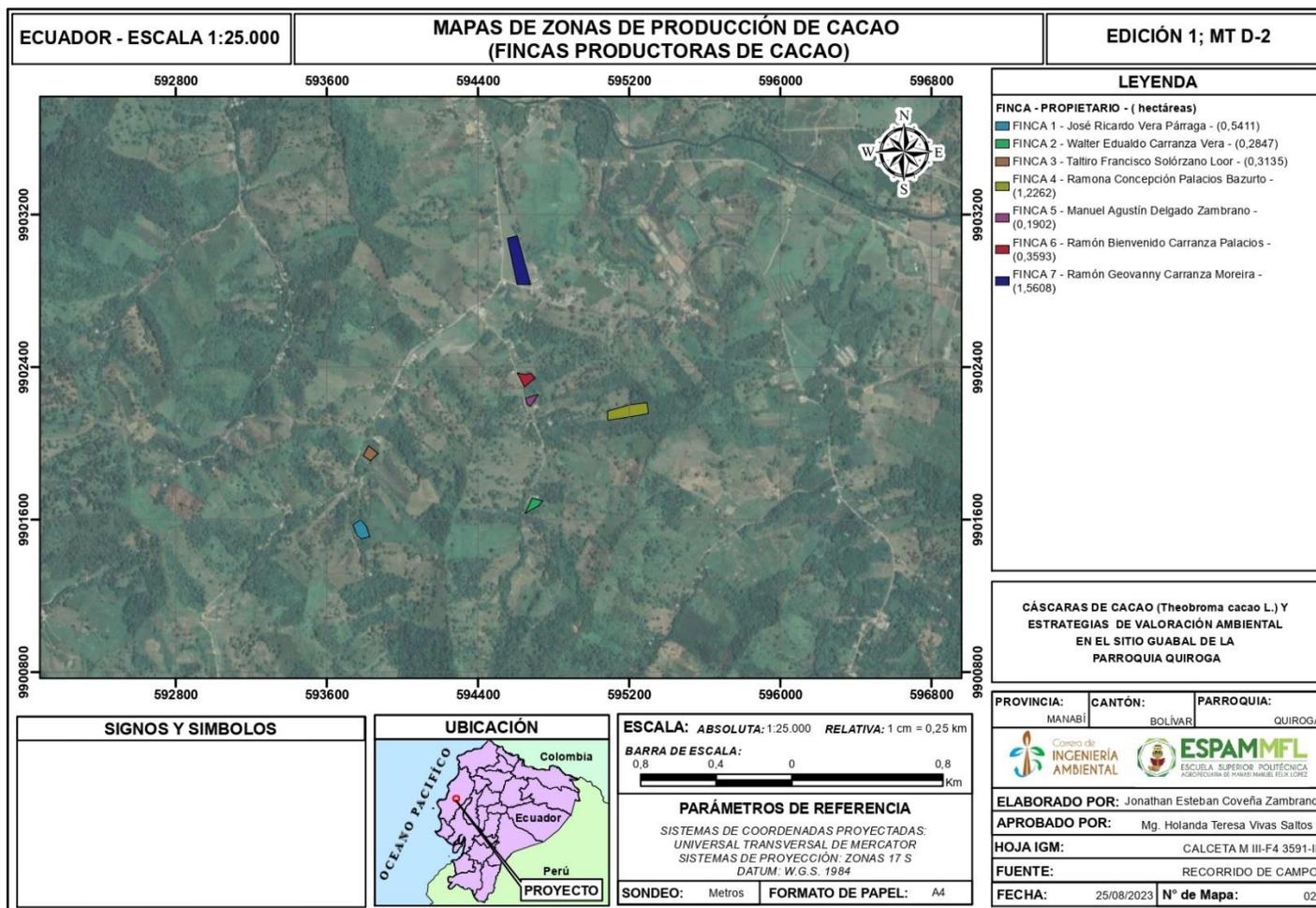
Sí

No

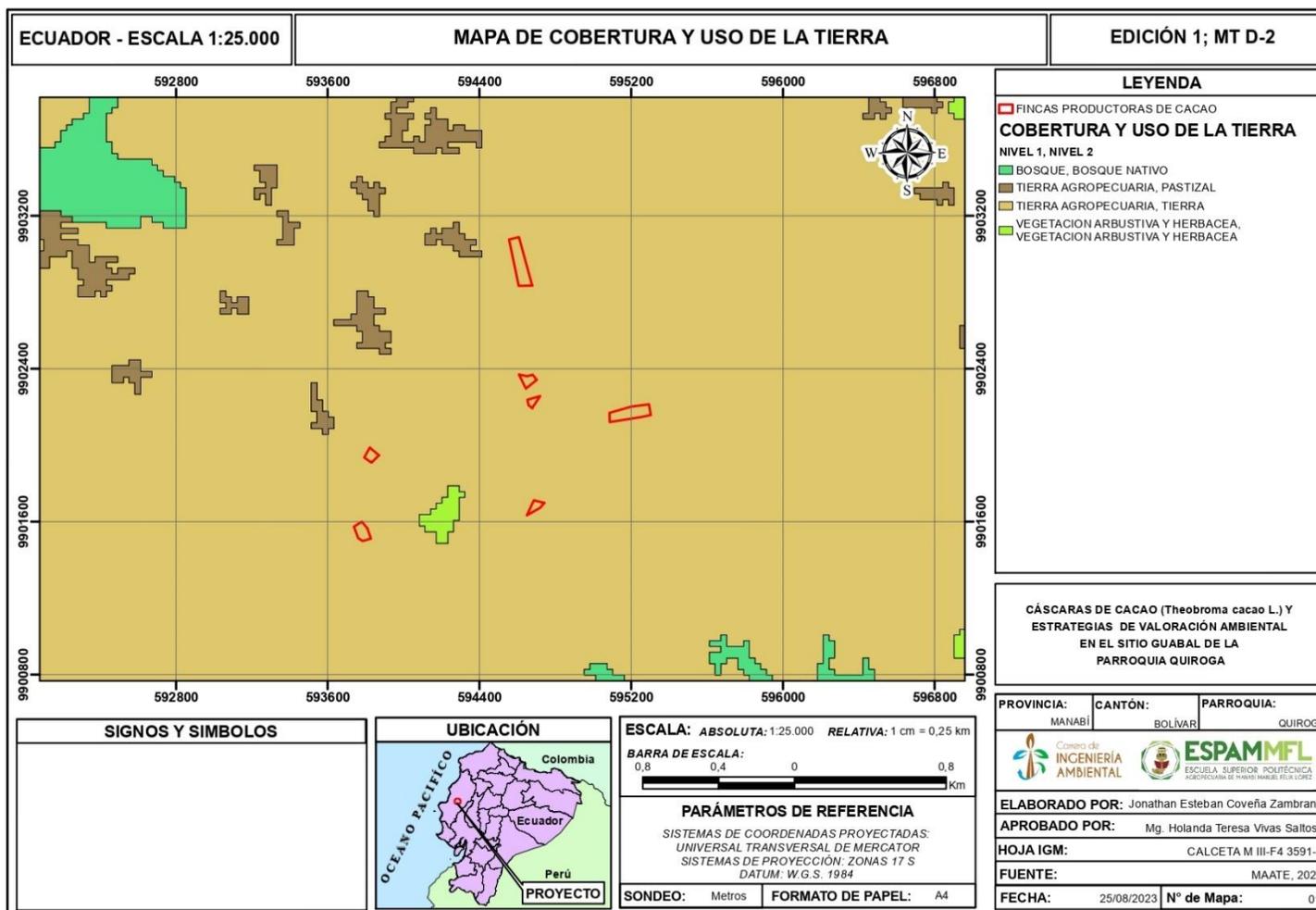
25. ¿En qué proyecto de gestión ambiental le gustaría participar?

Abonos orgánicos	<input type="checkbox"/>
Educación ambiental	<input type="checkbox"/>
Reforestación	<input type="checkbox"/>
Valoración ambiental como emprendimiento	<input type="checkbox"/>

ANEXO 4. MAPA DE ZONA DE PRODUCCIÓN DE CACAO DEL SITIO GUABAL.



ANEXO 5. MAPA DE USO Y COBERTURA DE LA TIERRA DEL SITIO GUABAL.



**ANEXO 6. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, EXTENSIÓN CHONE.**



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Jonathan Esteban Zambrano Cobeña	Fecha de recibido: 23/06/2023 Fecha de análisis: 24/06/2023 Fecha de reporte: 09/07/2023
Dirección	Chone	Representante de los Laboratorios de la FCZ - LAB Autorizado y revisado
Teléfono	09869603433	
Muestra	Cascaras de cacao mixta	
Cantidad recibida	50 gramos / muestra	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis –bromatológico a cascaras de cacao	

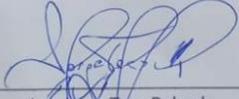
PRIMER CORTE

Análisis	Unidad	Valor	Método de ensayo
Fenoles Totales	mg Ácido Gálico Equivalente/ 100g de muestra	137,559	Folin-Ciocalteu
FDN	%	51,0505	AOAC 973.18
FDA	%	40,4986	AOAC 2002:04

ANEXO 7. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL DE LA ESPAM MFL.

						
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"						
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL						
ESTUDIANTE:	JONATHAN ESTEBAN ZAMBRANO COVEÑA					
DIRECCIÓN:	CALCETA					
FECHA DE COMIENZO:	02 DE MAYO DEL 2022					
FECHA DE FINALIZACIÓN:	31 DE MAYO DEL 2023					
MUESTRAS ENVIADAS	7					
CÁSCARAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) Y ESTRATEGIAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL EN EL SITIO GUABAL DE LA PARROQUIA QUIROGA						
MUESTRA	% HUMEDAD	% CENIZA	% GRASA	% FIBRA	% PROTEINA	% NITOGRENO
T1	10,20%	9,71%	0,43%	25,40%	3,47%	0,55%
T2	11,16%	9,00%	0,35%	25,48%	2,86%	0,46%
T3	8,79%	10,01%	0,27%	24,88%		
T4	10,47%	11,74%	0,38%	25,62%	3,64%	0,58%
T5	11,02%	9,76%	0,22%	24,24%		
T6	10,47%	9,15%	0,32%	23,58%		
T7	11,86%	11,24%	0,24%	25,12%	2,31%	0,37%

MUESTRA	% PROTEINA	% NITOGRENO
T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7	2,15%	0,34%


 Ing. Jorge Teca Delgado
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

