

**TRABAJO DE GRADO**  
**Opción Seminario-Diplomado.**

**Aprovechamiento de residuos agroindustriales del cacao, una iniciativa para la economía circular.**

Corporación Universitaria Remington.  
Facultad de Ingenierías  
Especialización en Dirección Operaciones y mejoramiento continuo

**Estudiantes:** Gina Patricia Trespalacios - Carlos Antonio Cardona Velasquez  
Lina María Villa Henao

**Diplomado:** Economía Circular; Innovando para la competitividad sostenible  
Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado.

2024

## Tabla de Contenidos

Resumen.....	4
Marco conceptual y contextual .....	5
Marco conceptual.....	5
Objetivo General.....	9
Objetivos específicos .....	9
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	9
Metodología.....	9
Contexto.....	9
Etapas de desarrollo.....	10
1. Proceso diagnóstico .....	11
2. Formulación de panorama de riesgo.....	12
3. Formato de recolección de información: (Matriz DOFA) .....	15
4. Propuesta para proceso de sensibilización (a través aprender a hacer y enseñar practicando).....	17
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	18
1. Diagnostico .....	19
1.1. Enfermedades comunes en cultivo de cacao.....	19
1.2. Panorama de riesgo.....	20
1.3. Cierre de los dos últimos procesos metodológicos.....	21
Conclusiones.....	23
Referencias.....	25

### Contenido de tablas

Tabla 1: Riesgo de producción en el cacao.....	13
Tabla 2: Describe el proceso de producción con los posibles riesgos por etapa y la obtención de subproductos.....	14
Tabla 3: Introducción a programas de sensibilización en la agroindustria del cacao.....	18
Tabla 4: Relación de enfermedades micóticas en cacao. problema fitosanitario. ....	19
Tabla 5: Muestra las plagas comunes en cultivo de cacao, el daño que genera y las medidas contingentes. ....	20
Tabla 6: Panorama de riesgo con propuestas para mitigar la contingencia en las etapas de operación del subproducto. ....	21

### Contenido de figuras

Figura 2: Partes de fruto Theobroma cacao .....	10
Figura 3: Presenta el proceso a seguir.....	11
Figura 4: Muestra los subproductos obtenidos en la línea de producción del cacao, indicando con la cascara o cacota que se produce en mayor cantidad, mucilago rico en azúcares, cacascarilla rico en sabor y antioxidantes estos dos últimos producidos en menor cantidad de producción. ....	11
Figura 5: Línea de producción .....	12
Figura 6: Análisis del comportamiento para los cultivos del cacao en la región.....	15
Figura 7: Formato de Clasificación de aprovechamiento de materiales sobrantes de Cacao .....	16
Figura 8: Procesos de acompañamiento y enseñanza .....	17
Figura 9: Presenta el proceso a seguir.....	18

## **Resumen**

Este proyecto tiene como objetivo implementar un modelo innovador de aprovechamiento de subproductos del cacao en Colombia, enfocado en garantizar la inocuidad, promover la sostenibilidad y mejorar la seguridad alimentaria en las comunidades cacaoteras. Aunque actualmente la producción se centra en la obtención de granos, que representan solo el 20-23% del fruto, el proyecto busca transformar los restantes subproductos, como la cáscara, la cascarilla y el jugo de mucílago, en productos valiosos y utilizables.

El enfoque del proyecto se basa en la economía circular, con prácticas que aseguren un uso eficiente y responsable de los recursos naturales, minimizando los desechos y reduciendo el impacto ambiental. A través de la capacitación de los agricultores y la introducción de tecnologías apropiadas, se impulsará la creación de nuevos productos derivados del cacao, como insumos para la industria alimentaria, biofertilizantes, y materiales para empaques sostenibles.

Además, el proyecto prioriza la inocuidad en cada etapa del proceso, desde la recolección hasta la transformación, garantizando que los nuevos productos cumplan con los estándares de calidad y seguridad alimentaria necesarios para su comercialización. Al integrar estos subproductos en la cadena de valor del cacao, se espera no solo aumentar la rentabilidad de los cultivos, sino también fortalecer la resiliencia económica de las comunidades y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

### **Palabras clave**

Cascarilla, Economía Circular, Subproductos industriales, Sostenibilidad, Capacitación, cacao, mucilago, inocuidad, micotoxinas, sensibilización.

## **Marco conceptual y contextual**

Según (Kaza et al., 2018) el modelo de producción, basado en una economía lineal de “Extraer, Fabricar, Consumir, Desechar”, hace que la cantidad de residuos que se generan sea cada vez mayor. Es posible evidenciarlo en el sector agroindustrial, donde se pierde gran parte de los subproductos del sector, con cualidades nutraceuticas y con alta posibilidad de comercialización.

Con este trabajo se busca identificar características de aceptación o rechazo de los subproductos del beneficio del cacao, estableciendo una guía útil en la selección de materiales y la formulación de propuestas de manejo para hacer fluidizada la economía circular de estos residuos mediante la economía circular que se mencionaran para reutilizar el material sobrante del producto principal que es el cacao. De los cuales se destacan cremas dentales, carbón activado usado como limpiador de aguas, jabones, mermeladas, mascarillas y cosméticos. Así mismo, también se pueden encontrar productos secundarios de la cascara del grano como fibras dietéticas, carbón activado, biocombustible, alimentación animal, fertilizantes y de la cascara de la vaina productos cosméticos funcionales, para productos antiarrugas, blanqueadores de piel y protectores contra rayos UVE. (Mariatti et al., 2021)

### **Marco conceptual.**

Para establecer la dinámica de producción cacaotera se plantea los índices de productividad y el panorama socioeconómico que impacta comunidades y establece la sinergia económica, donde se instaura una actividad que presenta un impacto importante en los principales países productores, ya que representa el modo de vida de más de 150.000 agricultores y genera alrededor de 1,500.000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América abarca una superficie superior a 1 700 000 hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales. (Ángel et al., 2017)

De acuerdo con (Hugo et al., 2011) el cacao es una especie diploide ( $2n=20$  cromosomas), de ciclo vegetativo perenne. Linneo en 1753, primero ubicó el género *Theobroma* en la familia Tiliaceae. Después considero que podría incluirse en la familia Esterculiáceo, y ahora se incluye en la familia Malváceas. *Theobroma cacao* es una de las 22 especies del género *Theobroma* (Hardy, 1960), originaria de Sudamérica y partes de Centroamérica (Ogata, 2007). La clasificación taxonómica de *Theobroma cacao* L. es la siguiente: Reino:

Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Orden: Malvales, Familia: Malvaceae, Género: Theobroma, Especies: 20-22.

La importancia de conocer los lugares adecuados para su cultivo según (Ángel et al., 2017) debe ser en zonas con condiciones ambientales que le permitan prosperar y desarrollar todo su potencial productivo, es decir en áreas con climas cálidos y húmedos, con precipitación promedio de 1150 mm, 2500 mm y temperaturas entre los 18 °C y 32 °C, con temporadas secas inferiores a 3 meses, en suelos profundos, fértiles y bien drenados, ricos en materia orgánica, con altitudes por debajo de los 1300 msnm. Tales áreas se encuentran cercanas a la línea ecuatorial en África Occidental, Centroamérica, Sudamérica, El Caribe, Asia y Oceanía.

Así mismo, este producto requiere acompañamiento durante el proceso productivo destacando una serie de parámetros que plantea (Ángel et al., 2017) como es la exhaustiva demanda atención, en cuanto a disponibilidad de sol, sombra, poda y nutrientes del suelo. En el agrosistema cacaotero encontramos un conjunto de simbiosis y sinergias que regulan su funcionamiento. Ahí viven y conviven insectos y microorganismos que resultan beneficiosos por ser polinizadores naturales del cultivo y por fomentar la absorción de nutrientes, al ser controladores de insectos plagas y, en algunos casos, controladores de los hongos que generan enfermedades. Un buen manejo del cacaotal implica respetar, fomentar y aprovechar la acción de estos aliados.

Es importante promover buenas prácticas agrícolas que establezcan una dinámica armónica de los sistemas para prevenir enfermedades, que afectan la productividad y viabilidad del cultivo; entre otros. Tales como, la afección de los residuos de cosecha y los posibles focos de contaminación que estos generan para el mismo cacaotal.

Según (Antolinez Sandoval et al., 2020) los principales productores de cacao en el mundo comparten dificultades similares que les impiden aumentar la productividad. Ellos indican que estas tienen que ver principalmente con bajos precios de comercialización en finca, altos precios en los insumos requeridos, falta de acceso a los créditos, producción en minifundio, aspectos que desencadenan inadecuados manejos de plagas y enfermedades, deficientes labores de mantenimiento y bajas aplicaciones de nutrientes, y traen como resultado bajas producciones por el agotamiento de los suelos, debido a la pérdida de la fertilidad natural de estos.

Por lo tanto, en este punto se hace necesario plantear la sostenibilidad de un sistema agroforestal cacaotero que incida en ecosistemas y la economía de las regiones. Diseñando

contenido y nuevos métodos que tengan contenido con la necesidad de establecer procesos sostenibles garantizando la mano de obra, la productividad del cultivo, el aprovechamiento de los recursos generados en cada etapa de producción. Un beneficio adicional de los sistemas agroforestales reside en su potencial para secuestrar carbono. Los sistemas agroforestales se han considerado durante mucho tiempo una estrategia de mitigación de gases de efecto invernadero. (Blaser et al., 2017)

En consecuencia, el impacto ambiental con el manejo de residuos, además de darle un cierre a la brecha de los monocultivos que inducen al desequilibrio de las zonas aledañas y locales al cultivo. De acuerdo con Juan Leonardo Cardona, Investigador de AGROSAVIA vinculado con el CI La Suiza, y según lo indica la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la población mundial alcanzará los 8.500 millones de habitantes para el año 2030, lo cual representa un reto que radica en que la elaboración de alimentos balanceados para animales, requiere de materias primas energéticas como el maíz y/o el trigo y proteicas como la soya, las cuales pueden llegar a competir directamente con la alimentación humana. (Ministerio de Agricultura, 2021)

**Otra de las opciones que se puede aprovechar del cacao es alimentación animal:** Uno de los cultivos más representativos del país es el cacao (*Theobroma cacao*), en el cual Colombia ha demostrado un importante crecimiento en producción al alcanzar las 60,000 toneladas anuales, generadas principalmente en los departamentos de Santander, Antioquia, Arauca, Huila y Tolima. Una de las características de este cultivo es que, para alimentación humana, solo se utiliza del 10 % al 12 % del producto, el resto es catalogado como subproducto y desecho. La cáscara y la cascarilla son capaces de incorporarse a la alimentación animal, ya que actualmente se generan cientos de toneladas de estos residuos, que podrían ser útiles. Algunos estudios reportan la calidad composicional de estos subproductos de la siguiente forma: La cáscara, por ejemplo, ha sido evaluada como suplemento en dietas para bovinos con una inclusión hasta del 25 % de la ración en vacas lecheras, mostrando contenidos entre 80 a 85 % de materia seca (MS), 6 a 9 % proteína cruda, calcio (0,8 %), fósforo (0,3 %), cenizas (9 %), fibra cruda (32 %) nutrientes digestibles totales (TDN) del 40 % y una energía metabolizable para rumiantes de 1,3 Mcal/kg/MS. (Ministerio de Agricultura, 2021)

**Plantear la disposición socioeconómica:** El contexto socioeconómico de los cultivos de cacao en Colombia está marcado por realidades que dificultan el rendimiento de su producción. Por una parte, el cacao es cultivado bajo el modelo de “agricultura familiar” que se caracteriza, en este caso, por bajos niveles de infraestructura, productores con una edad promedio superior a los cincuenta años, y con bajos niveles de escolaridad.

Adicionalmente, algunas zonas cacaoteras hacen parte de regiones afectadas por los cultivos ilícitos, y se ubican en regiones de alta complejidad denominadas ZOMAC: Zonas más Afectadas por el Conflicto Armado. Estas condiciones dificultan el acceso a las plantaciones y, por ende, retrasan el ingreso de tecnologías en desarrollo para aumentar los rendimientos de los cultivos. (Instituto Nacional de Metrología, 2021.)

En el camino de la estandarización de los procesos en pro de favorecer la cadena de producción y establecer la formalidad de un modelo de negocio que establece un producto con atributos nutricionales, base de la alimentación se convierte en una responsabilidad del estado la regulación para garantizar la salud del consumidor, por lo que se vinculan entes de regulación para contribuir en la formalización de esta línea agroindustrial ver Figura 1.



Figura 1: muestra línea de producción, comercialización, vigilancia y control. Las prácticas que se llevan a cabo durante los tres primeros eslabones resultan fundamentales para garantizar la inocuidad y las características organolépticas del grano. Adicionalmente, la calidad de los productos derivados de cacao, obtenidos durante la transformación, depende del grano de cacao como materia prima.

Fuente: (Instituto Nacional de Metrología, 2021.)

## **Objetivo General**

Evaluar los residuos generados durante el proceso de beneficio del cacao en Colombia, identificando sus características, impactos ambientales y sanitarios, así como potenciales usos sostenibles, con el fin de desarrollar estrategias de manejo y aprovechamiento que contribuyan a la sostenibilidad, la eficiencia del sector cacaotero y la protección de la salud pública.

## **Objetivos específicos**

1. Definir las características de aceptación o rechazo de subproductos para procesos de consumo directo e indirecto
2. Plantear una cartilla donde presenten los problemas asociados al cultivo y sus sistemas de almacenamiento que incida en la salud del consumidor.
3. Desarrollar un sistema de gestión de información que permita almacenar, analizar y reportar los datos recolectados sobre los residuos del cacao, promoviendo la toma de decisiones informada y la optimización del uso de estos subproductos.

## **Desarrollo e implementación del aprendizaje.**

### **Metodología.**

#### **Contexto**

El desarrollo se realiza de forma cualitativa, ahondando en los procesos con criterios exploratorios en pro de proponer una herramienta para el proceso de identificación y /o clasificación de los subproductos del beneficio del *Theobroma cacao* que estén orientados para el consumo directo. (Hernández Sampieri, 2014)

Para dar alcance a los objetivos establecidos en el desarrollo del presente documento se considera un enfoque de economía circular donde se expanden las posibilidades como una idea de negocio que contribuya a la propuesta de nuevas fuentes nutricionales abriendo caminos que contribuyan en la suma de acciones para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible y un aprovechamiento inocuo para el consumidor. De los cuales podemos mencionar en la cadena de producción se obtienen subproductos como la cascarilla, obtenida tras fermentar para usarse en alimentación animal y para preparar galletas con cualidades nutricionales que contribuyen a la digestión y otros. (Vega González et al., 2024)

Si bien la línea de producción funciona ya está clasificada en sus etapas. se encuentra en la cadena productiva una problemática asociada a temas de almacenamiento, disponibilidad

de laboratorios, infraestructura idónea, manejo y disposición de residuos siendo estos los voluminosos de la línea de producción. Los residuos obtenidos con gran posibilidad de aprovechamiento son: cascara, mucilago y la cascarilla como se presenta en la figura 2.

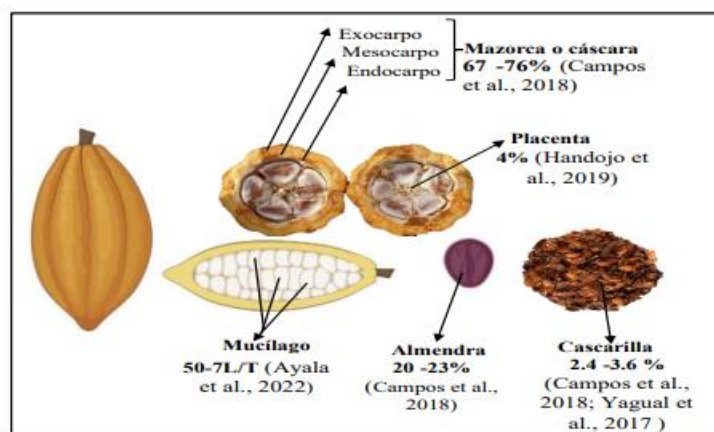


Figura 1: Partes de fruto Theobroma cacao

Fuente: (Vega gonzalez et al., 2024)

Respecto a las brechas de calidad asociadas con la presencia de contaminantes como micotoxinas o agroquímico en el fruto del cacao se requiere, establecer una guía de referencia que permita definir criterios visuales, microbiológicos y de presencia plaguicidas, humedad y micotoxinas.

### **Etapas de desarrollo.**

#### **Secuencia metodológica implementada en el informe**

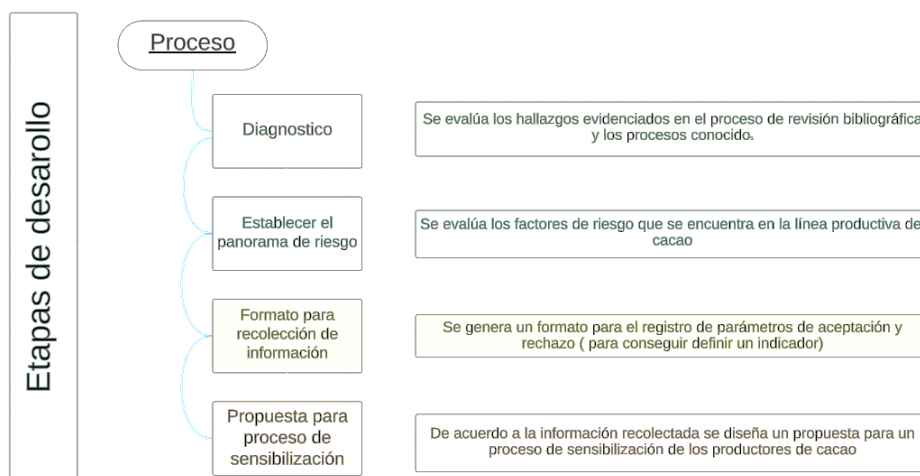


Figura 2: Presenta el proceso a seguir.

Fuente: Elaboración propia.

### 1. Proceso diagnóstico

La actividad se realiza presentando una necesidad desde la demanda del subproducto y en ella establecer cuáles serían las características ideales de este; que se convertirá en materia prima que sean inocuas para su procesamiento y consumo. Los subproductos de interés para transformación son:



Figura 3: Muestra los subproductos obtenidos en la línea de producción del cacao, indicando con la cascara o cacota que se produce en mayor cantidad, mucilago rico en azucares, cacascarilla rico en sabor y antioxidantes estos dos ultimos producidos en menor cantidad de produccion.

Los subproductos de aprovechamiento presentan riesgos prevalentes asociados a la presencia de hongos, bacterias y agroquímicos.



Figura 4: Línea de producción

Fuente: (ColombiaMide, 2021)

La palabra calidad, en este caso, incluye aspectos claves de sabor, características físicas y aspectos como la trazabilidad, ubicación geográfica y la certificación. Dichos aspectos determinan evaluación por parte del comprador, y como consecuencia influyen en el precio que pagará por él. (Corporación Econexus Colombia, 2020.)

Actualmente las fincas están procesando sus propios subproductos, como estrategia productiva y de sostenibilidad.

El proyecto ColombiaMide apoya y promueve las líneas de acción orientadas a: Las instituciones nacionales y regionales promoviendo el diálogo para lograr la integración de la calidad en las iniciativas de desarrollo en las regiones, las MIPYME, los laboratorios de calibración y ensayo de las regiones y el Instituto Nacional de Metrología. (ColombiaMide, 2021)

Estos enfoques están generados a sectores priorizados, siendo necesario ejecutarse en todo el país. Sin embargo, el aprovechamiento de estos subproductos está en aumento, por lo que se pone en evidencia la necesidad de establecer estándares de calidad; y por consiguiente de la operación de recuperación.

## 2. Formulación de panorama de riesgo

Para enfrentar los riesgos de la línea productiva, es fundamental la implementación de estrategias de mitigación que incluyan la diversificación de cultivos, el uso de técnicas agrícolas sostenibles, sistemas agroforestales combinados, inversión en investigación para el desarrollo de variedades de cacao más resistentes, y la mejora de las condiciones socioeconómicas de los agricultores. Además, la adopción de sistemas de certificación de comercio justo y orgánico donde sea significativo el precio en relación con la calidad del grano y/o de los subproductos. Esto puede ayudar a estabilizar los ingresos de los productores y asegurar prácticas agrícolas sostenibles.

Así mismo, nos encontramos con riesgos en cultivo como: las características en cultivo

Tabla 1: Riesgo de producción en el cacao

Fuente: Elaboración Propia

<b>Riesgo</b>	<b>Genera</b>
Bajas Tempera	Bajo crecimiento del producto, periodos muy largos en cosechas.
Vientos Fuertes	Afectan las plantaciones generando daños en los sembrados.
Disponibilidad de agua	Los cultivos son poco tolerantes a las sequias, así mismo, si no se cuenta con sistemas de drenaje los cultivos pueden dañarse y perder cosechas.

Estos elementos construyen el quehacer inicial donde el enfoque integrado puede no solo reducir los riesgos, sino también mejorar la resiliencia del cultivo de cacao frente a las amenazas actuales y futuras.

En la tabla 2, Se pasa a exponer la línea productiva presentando los posibles riesgos que se puedan presentar para los subproductos en cada etapa de proceso.

Tabla 2: Describe el proceso de producción con los posibles riesgos por etapa y la obtención de subproductos.

Fuente: Elaboración Propia

<b>línea de producción</b>	<b>Características prevalentes</b>	<b>Factor de riesgo</b>	<b>Subproducto generado</b>
Cultivo	Genética	Presencia de plagas y enfermedades	Ramas por podas y hojas
	Clima		
	Calidad de suelo		
Cosecha	Precusores de aroma y sabor	Grano germinado	Fruto contaminado
	Niveles de maduración	Presencia de plagas y enfermedades	
Apertura de mazorcas	Estabilidad del cacao con mucilago	Presencia de plagas y enfermedades	Cascara
	Oxigenación	Uso de superficies contaminadas	Obtención del mucilago
	Selección y clasificación del fruto y/o de la mazorca	Generación de cascara	
		Clasificación de los residuos	
Fermentación	Tiempos de fermentación	Exceso de tiempo y falta de aeración, lo que favorece la presencia de hongos, levaduras y bacterias.	Lixiviados
	Temperatura	Contenedores contaminados por bacterias y hongos patógenos	
	Homogeneidad del grano		
	Contenedores de fermentación		
	Clima y condiciones agroforestales.		
Secado	Grosos de las capas	Presencia de plagas o animales que generen contaminación cruzada	
	Procesos de buenas prácticas de secado		
Tostado	Temperaturas y tiempo	Formación de acrilamidas por exceso de temperatura.	Cascarilla
	Tamaño del grano	Cumplimiento de buenas practica de manufactura	
	Reacción de Maillard		
	Facilita la eliminación de la cascarilla		

Dentro del **panorama de riesgo** en la agroindustria para la economía circular según (Du Pré, 2020) se pueden encontrar factores diferenciadores como:

1. Reducir la cantidad de insumos en el sistema de fertilizantes químicos, pesticidas y plásticos (de un solo uso).
2. Reducir el uso del agua.
3. Disminuir las emisiones durante los ciclos de producción.
4. Reutilizar y agregar valor al material percibido como desecho.
5. Ejercer la menor presión posible sobre el medio ambiente y los recursos naturales (agua, aire, naturaleza y biodiversidad).
6. Suelos saludables.

### 3. Formato de recolección de información: (Matriz DOFA)

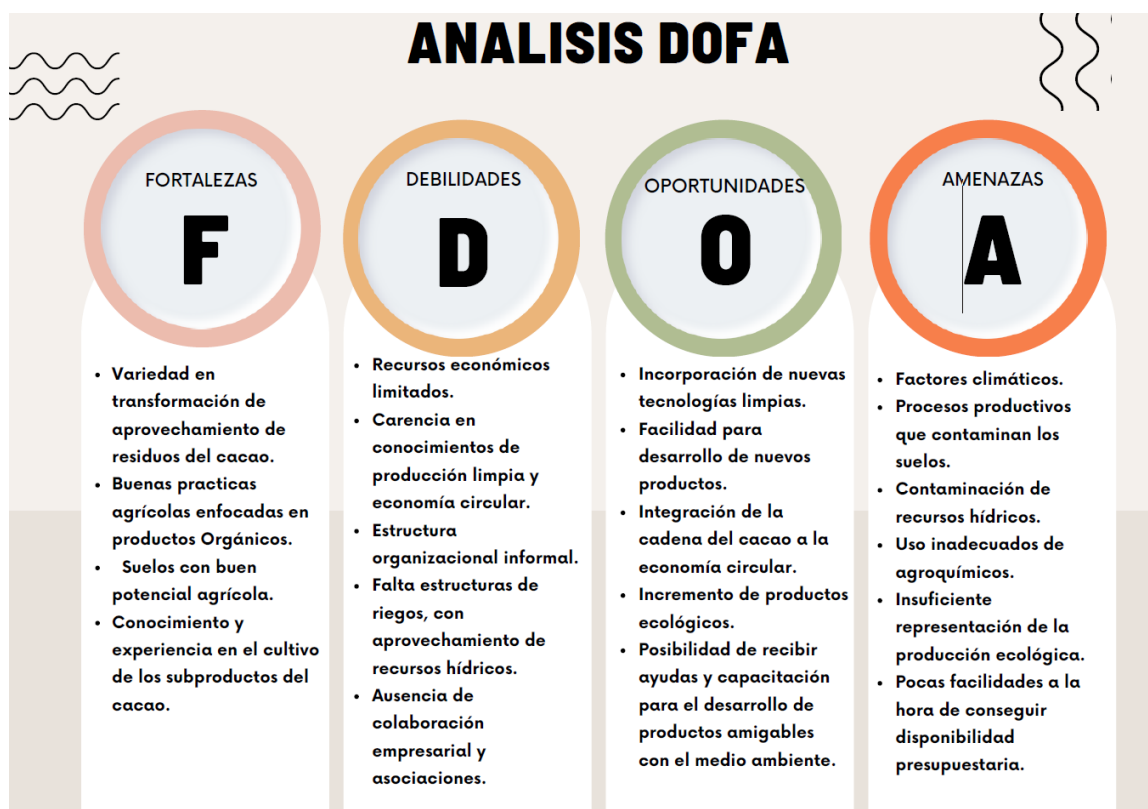


Figura 5: Análisis del comportamiento para los cultivos del cacao en la región

Fuente: Elaboración Propia

El diseño de herramientas se hace necesario para establecer una línea de valor con información que facilite la clasificación por valoración y de esta manera poder generar un precio de acuerdo con la calidad. Lo que favorece la formalización laboral, inversión en infraestructura y uso de herramientas adecuadas para cada proceso.

<b>Registro de selección del subproducto</b>						Codigo	xx
						Fecha	8/08/2024
<b>Sistema de gestion de inocuidad</b>						Version	0
						Paginas	1
<b>Trazabilidad primaria</b>							
Fecha de recepción		Fecha de recolección:		Fecha de cosecha:		Tiempo de traslado	
Finca origen:		Clon usado:		Cantidad entregada		Cantidad de bultos evaluados	
<b>Cause de residuos marque con X</b>		Mucilago		cascarilla		Cacota	
<b>Características sensoriales</b>							
Olor:	Carcateristico	Color:	Caracteristicos	Textura	Blanda		
	Hogos		Manchado		Dura		
	Tierra		Oscuro		Suave		
	Quimicos		con pigmentos		Arenosa		
	Fermentado				Babosidad		
<b>Presencia de organismos</b>							
Presencia de insectos	Si	No	Presencia de hongos en formacion de islas	Si	No		
<b>Procesos de transformación</b>							
Selección con una x la clase de proceso a realizar	Cosméticos		Alimentos				
	Investigación		No alimentarios				
Asignación de lote		Se rechaza		Se acepta			
<b>Observaciones</b>							
Quien evalua		Quien entrega			Quien verifica		

Figura 6: Formato de Clasificación de aprovechamiento de materiales sobrantes de Cacao

Fuente: Elaboración Propia

#### 4. Propuesta para proceso de sensibilización (a través aprender a hacer y enseñar practicando)



Figura 7: Procesos de acompañamiento y enseñanza

Fuente: Elaboración Propia

La generar de vínculos con entidades educativas de las regiones por medio de asesorías y acompañamientos que permitan desarrollar competencias a los empresarios, emprendedores y en general a los cacaoteros buscando encontrar contenidos de economía circular que permitan tener producciones más limpias, así mismo, aprovechamiento de los residuos generados por el producto del cacao generando una cultura ambiental en la región, por medio de tres momentos dentro del acompañamiento a los cacaoteros.

Tabla 3: Introducción a programas de sensibilización en la agroindustria del cacao

Fuente: Elaboración Propia

Procesos de sensibilización	Detalles
1.) Introducción a contenidos	Asociación con entidades académicas de la región
2.) Asesoría	Conocimientos en economía circular, Herramientas y buenas prácticas en el manejo de los productos agroindustriales.
3.) Proyectos	Identificación de emprendimientos y mejoramiento en los procesos de producción
4.) Sensibilización	Realización de talleres prácticos en los cultivos, generación de campañas enfocadas en el aprendizaje de nuevos métodos de producción e introducción de tecnologías limpias.
5.) Metodología de aprender hacer y enseñar practicando.	Tener encuentros con especialistas en metodologías y aplicación de nuevas tecnologías que sean de fácil acceso para los cacaoteros, llevándolas al campo para desarrollos experimentales en los cultivos

### Desarrollo e implementación del aprendizaje.

Del proceso de implementación se tiene:

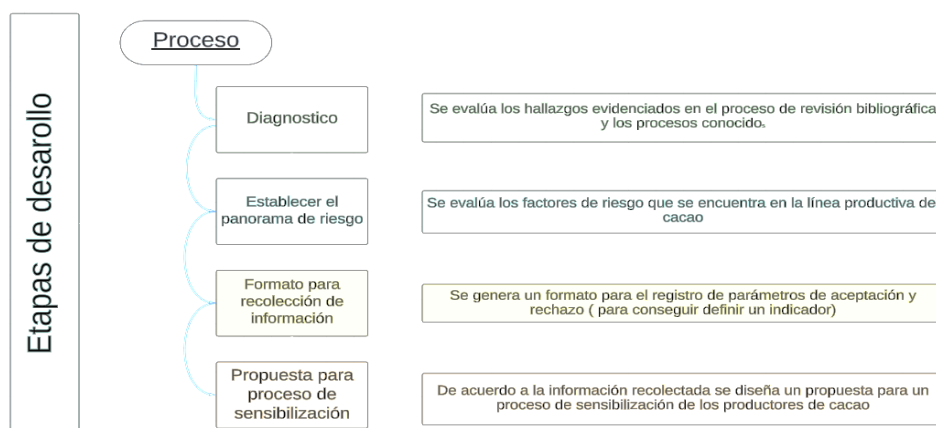


Figura 8: Presenta el proceso a seguir.

Fuente: Elaboración propia

## 1. Diagnostico

Se encuentra una línea de producción con novedades en Contenido de cadmio (Cd), algunos estudios de caso, especialmente en Asia y en África, han demostrado que el grano de cacao puede presentar otros elementos tóxicos como plomo, hidrocarburos, micotoxinas y trazas de pesticidas (ColombiaMide, 2021)

Otro elemento de criticidad corresponde a la presencia de hongos en cultivo, beneficio, secado y almacenamiento de material.

Se está trabajando en la identificación de las demandas nutricionales y de agua por zona de cultivo, en especial frente a la problemática de los metales pesados. Se han desarrollado tecnologías para el manejo integrado de plagas, evaluación de sistemas de producción en arreglos agroforestales, con la implementación de especies resistentes a plagas y enfermedades. (Gestión del Conocimiento Científico del INIAP, 2019)

### 1.1. Enfermedades comunes en cultivo de cacao

Tabla 4: Relación de enfermedades micóticas en cacao. problema fitosanitario.

Tomado: (Correa Álvarez et al., 2014)



Enfermedades	Imagen	Control
Basidiomycete <i>Moniliophthora roreri</i>	 <p>Frutos de cacao afectada por Moniliasis (Fredy Amores P. INIAP, Ecuador)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tienen controles culturales, que invita a realizar podas suaves y la incineración de frutos sospechosos</li> <li>• Control químico con adición de cobre o antifúngicos</li> </ul>
Escoba de bruja, <i>Moniliophthora perniciosa</i>		
Mancha negra - <i>Phytophthora</i> sp	 <p>Foto: Eleonora Rodríguez P.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control biológico Se basa en la implementación de organismos vivos (microorganismos) y la combinación de prácticas culturales</li> <li>• El uso de modificaciones génica en la planta, donde se le otorga resistencia y la más atractiva por que reduce los costos de producción.</li> </ul>

Tabla 5: Muestra las plagas comunes en cultivo de cacao, el daño que genera y las medidas contingentes.

Tomado: (Compañía Nacional de Chocolates, 2019)

	<b>Plagas</b>	<b>Daño</b>	<b>Manejo</b>
Insectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áfidos, Ácaros y Trips.</li> <li>• Chinchas.</li> <li>• Zompopos y Hormigas.</li> <li>• Xileborus.</li> <li>• Gallina ciega.</li> <li>• Comején.</li> </ul>	<p>Perforan el fruto, tallo y raíces. Deteriorando la planta o afectando el fruto, este deterioro facilita el ingreso de enfermedades.</p>	<p>Con prácticas culturales es posible conseguir cambios. Poda para evitar refugio, siembra de árboles frutales, ubicación de trampas para la taltuza o ratones y aplicación de insecticidas naturales como el nim, el ají con cebolla, entre otros.</p> <p>La otra opción es remplazar cultivo por modificados resistentes a áfidos</p>
Otros animal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carpintero.</li> <li>• Taltuza.</li> <li>• Ardillas, pájaro</li> </ul>		

Las enfermedades que sufre el fruto impactan los subproductos así como al producto objetivo.

## 1.2. Panorama de riesgo

La línea de producción del cacao enfrenta varios riesgos que pueden comprometer tanto la calidad del producto final como la viabilidad económica del proceso. Entre estos riesgos se destacan la variabilidad en la calidad del cacao debido a prácticas agrícolas inconsistentes, la posible contaminación en las etapas de fermentación y secado, y los desafíos logísticos relacionados con el almacenamiento y transporte. Además, factores como el cambio climático, las plagas, y la falta de acceso a tecnología adecuada pueden aumentar la vulnerabilidad de los productores.

Tabla 6: Panorama de riesgo con propuestas para mitigar la contingencia en las etapas de operación del subproducto.

Fuente: (Gestión del Conocimiento Científico del INIAP, 2019)

<b>línea de producción</b>	<b>Factor de riesgo</b>	<b>Subproducto generado</b>	<b>Mecanismo de acción</b>
Cultivo	Presencia de plagas y enfermedades	Ramas por podas y hojas	Prácticas culturales
Cosecha	Grano germinado	Fruto contaminado	Reemplazo de cultivos
	Presencia de plagas y enfermedades		
Apertura de mazorcas	Presencia de plagas y enfermedades	Cascara	Disposición de cascara contaminadas con cal, para inactivar o deteriorará patógenos.
	Uso de superficies contaminadas		
	Generación de cascara		
	Clasificación de los residuos	mucilago	Para la obtención del mucilago el cual es rico en azúcares se debe estar preparado para su recolección y su disposición en frío o inicio fermentación para el caso de aprovecharlo para licor.
Fermentación	Exceso de tiempo y falta de aeración, lo que favorece la presencia de hogos, levaduras y bacterias.	Lixiviados	Recolección de materia, el cual será útil como inóculo iniciador de procesos de compostaje.
	Contenedores contaminados por bacterias y hongos patógenos		
Secado	Presencia de plagas o animales que generen contaminación cruzada		
Tostado	Formación de acrilamidas por exceso de temperatura.	Cascarilla	El almacenamiento debe estar dado en sitios libres de agroquímicos, animales o con humedad para evitar presencia de hongos o posible descomposición por bacterias.
	Cumplimiento de buenas prácticas de manufactura		

### 1.3. Cierre de los dos últimos procesos metodológicos.

Para asegurar la rigurosidad del proceso metodológico planteado, se han diseñado diversas herramientas de recolección de datos, las cuales no se aplicarán en el presente documento, sino que están destinadas a ser implementadas en fases posteriores del proyecto. Estas herramientas se utilizarán específicamente durante el proceso de sensibilización, con el

propósito de ser aplicadas directamente en el campo. Esto permitirá una recolección de datos más precisa y contextualizada, ya que se realizará en el entorno donde se desarrollan las actividades objeto de estudio, garantizando así que los resultados obtenidos sean representativos y pertinentes para los objetivos del proyecto.

## Conclusiones

- Se estima que las familias cacaocultoras muestran una fuerte inclinación por el trabajo en equipo, valorando la colaboración con expertos para abordar problemáticas de manera conjunta. Existe un marcado interés en adquirir conocimientos sobre la economía circular, especialmente en lo que respecta al aprovechamiento de los residuos derivados del procesamiento del cacao. A través de estrategias colectivas y métodos de producción limpia, estas familias buscan fortalecer la cadena de valor, contribuyendo así a un modelo de producción más sostenible y eficiente.
- Los propietarios de fincas productoras muestran una clara preferencia por actividades educativas de carácter práctico, como demostraciones de métodos, jornadas de campo y otras dinámicas que involucren el aprendizaje a través de la acción. Este hallazgo respalda lo que señala la teoría sobre la educación de adultos en entornos rurales: la mayoría de los productores optan por actividades que les permitan adquirir y aplicar conocimientos de manera directa. En este sentido, es fundamental proporcionarles herramientas tecnológicas y facilitar el montaje de procesos que incorporen la producción limpia y la economía circular. Además, es esencial que tengan la oportunidad de aplicar estos conocimientos en sus cultivos durante ciertos periodos, para observar de primera mano el impacto de estas prácticas.
- El desarrollo de la región para los cacaoteros depende en gran medida de la implementación de estrategias orientadas a fortalecer las capacidades de los agricultores en el aprovechamiento de los residuos agrícolas, con el objetivo de fomentar la economía circular en la producción de cacao. El uso de subproductos como la cáscara y la cascarilla del cacao ofrece la oportunidad de transformar estos residuos en nuevos productos, lo que no solo generará ingresos adicionales, sino que también impulsará emprendimientos sostenibles. Estos esfuerzos contribuirán directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, promoviendo un modelo económico más responsable y eficiente.
- Se destaca una oportunidad de alto impacto en la explotación de materiales recuperados, cuyo uso reduciría residuos y favorecería la recuperación de suelos y recursos hídricos. Aunque actualmente estos materiales representan un riesgo para los ecosistemas por fallas en su disposición, su transformación y reutilización subraya la importancia de la economía circular en el sector agroindustrial. Esto

permitiría diseñar cadenas productivas que aprovechen estos residuos, evitando su impacto negativo en los suelos, y promoviendo un modelo de producción más sostenible y eficiente.

- El aprovechamiento integral de los subproductos del cacao, junto con la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), es esencial para maximizar la rentabilidad y sostenibilidad de la producción cacaotera. La transformación de subproductos como la cáscara y la cascarilla en nuevas oportunidades económicas contribuye a un modelo de economía circular. Paralelamente, el manejo adecuado de BPM y la adopción de prácticas preventivas contra hongos y otros daños en el fruto son fundamentales para asegurar la calidad del cacao, minimizando pérdidas y garantizando un producto final inocuo. Estas estrategias combinadas fortalecen la resiliencia del sector cacaotero, promoviendo un desarrollo sostenible, contribuyendo al bienestar de las comunidades agrícolas y a los consumidores potenciales.

### Referencias

- Ángel, M., Sánchez, A., González, D., Steven, L., Arce, M., Delgado López, T., & Montoya Rodríguez, P. (2017). Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas. [www.iica.int](http://www.iica.int).
- Antolínez Sandoval, E. Y., Almanza Merchán, P. J., Barona Rodríguez, A. F., Polanco Díaz, E., & Serrano Cely, P. A. (2020). Estado actual de la cacaocultura: una revisión de sus principales limitantes. *Ciencia y Agricultura*, 17(2), 1–11. <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n2.2020.10729>
- Blaser, W. J., Oppong, J., Yeboah, E., & Six, J. (2017). Shade trees have limited benefits for soil fertility in cocoa agroforests. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 243, 83–91. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2017.04.007>
- ColombiaMide. (2021). Estudio sobre las necesidades y brechas de calidad en la cadena productiva de cacao y sus derivados y Plan de Acción.
- Compañía Nacional de Chocolates. (2019). La Moniliasis del cacao, daños síntomas epidemiología y manejo.
- Corporación Econexus Colombia, I. (2020). MANUAL DE COSECHA Y POSCOSECHA DE CACAO FINO Y DE AROMA.
- Du Pré, L. (2020). Agricultura Circular; lo que une a Colombia con los Países Bajos. *Gestión del Conocimiento Científico del INIAP*. (2019). La cadena de Valor del cacao en américa latina y el caribe.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación.
- Hugo, C., Arrazate, A., Manuel, J., Fuentes, V., Campos, E., Richar, R., Gallardo Méndez, A., Mendoza López, A., Francisco, J., Medina, A., Sandoval, A., Saúl, E., & Zaragoza, E. (2011). Diagnóstico del cacao en México SINAREFI Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.
- Instituto Nacional de Metrología. (2021). Informe ejecutivo elaborado por el proyecto ColombiaMide.
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. In *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Mariatti, F., Gunjević, V., Boffa, L., & Cravotto, G. (2021). Process intensification technologies for the recovery of valuable compounds from cocoa by-products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 68. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2021.102601>
- Ministerio de Agricultura. (2021). Subproductos del cacao con potencial para la alimentación animal. Ministerio de Agricultura. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Subproductos-del-cacao-con-potencial-para-la-alimentaci%C3%B3n-animal.aspx>
- Vega gonzalez, R. J., Castro Salinas, D., Pajuelo Risco, F. M., Honorio Javes, C. E., & Hernandez-Valdez, J. E. (2024). Subproductos de cacao (*Theobroma cacao*) en la alimentación animal: ¿Una alternativa viable y sostenible? *Manglar*, 21(1), 127–134. <https://doi.org/10.57188/manglar.2024.013>

