

# ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR BAJO EL ENFOQUE DE GERENCIA DE PROYECTOS



Evaluación de la implementación de estrategias de economía circular bajo el enfoque de gerencia de proyectos en plantas extractoras de palma de aceite del Caribe Colombiano

Mayra Yuliana Cuneme Caro

Meyleth Zulay Lavalle Fandiño

Rolan Giovanni Pérez Morales

Trabajo de investigación- Monografía

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

mayo de 2026

# ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR BAJO EL ENFOQUE DE GERENCIA DE PROYECTOS

Evaluación de la implementación de estrategias de economía circular bajo el enfoque de gerencia de proyectos en plantas extractoras de palma de aceite del Caribe Colombiano

Mayra Yuliana Cuneme Caro  
Meyleth Zulay Lavalle Fandiño  
Rolan Giovanni Pérez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Tatiana Muñoz Martínez

Magíster en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Mayo de 2026

## Contenido

Lista de tablas .....	5
Lista de anexos.....	6
Resumen.....	7
Abstract.....	8
Introducción .....	9
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1 Descripción del problema.....	11
1.1.1 El panorama global y nacional de la palma de aceite y sus residuos.....	11
1.1.2 El problema central en la región Caribe colombiana.....	11
1.1.3 El problema en la organización y sus causas .....	12
1.1.4 Consecuencias, impactos y limitaciones.....	13
1.2 La pregunta de investigación.....	14
1.3 Los objetivos de investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos .....	15
1.4 Justificación de la investigación.....	15
1.4.1 Relevancia académica y científica .....	15
1.4.2 Relevancia social y aportes al sector .....	16
2 MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1 Marco de Antecedentes .....	18
2.2 Marco Teórico .....	19
2.2.1 Teoría de la gestión sostenible y estándares globales.....	19
2.2.2 Estándar de la Mesa Redonda sobre aceite de palma sostenible (RSPO).....	20
2.2.3 Modelos de Economía Circular .....	20
2.2.4 Gestión estratégica, innovación y factores críticos de éxito.....	20
2.2.5 Gerencia de proyectos.....	21
2.3 Marco normativo .....	22

3	METODOLOGÍA.....	26
3.1	Enfoque y alcance de la investigación .....	26
3.2	Población y muestra .....	27
3.2.1	Definición de la población .....	27
3.2.2	Cálculo y selección de la muestra.....	28
3.3	Instrumento(s) .....	31
3.3.1	Cuestionario .....	31
3.3.2	Análisis documental del instrumento complementario.....	32
3.4	Descripción de procedimientos .....	34
3.4.1	Fase preliminar: permisos y muestra piloto .....	34
3.4.2	Fase de aplicación de instrumentos.....	35
3.5	Análisis de información .....	36
3.5.1	Recolección de la información en Google Forms.....	36
3.6	Consideraciones éticas .....	36
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas .....	37
4	RESULTADOS .....	39
4.1	Caracterización de las estrategias de economía circular implementadas en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano .....	39
4.2	Análisis de la gestión de las estrategias de economía circular desde el enfoque de gerencia de proyectos .....	40
4.3	Influencia de la implementación de estrategias de economía circular en el desempeño económico, ambiental y operativo .....	41
4.4	Propuesta: Guía metodológica bajo el enfoque de gerencia de proyectos para la gestión de economía circular en extractoras.....	42
5	DISCUSIÓN.....	46
6	CONCLUSIONES.....	49
7	RECOMENDACIONES .....	53
	Referencias.....	55
	Anexos .....	60

## Lista de tablas

Tabla 1. Criterios de inclusión .....	29
Tabla 2. Criterios de exclusión .....	30
Tabla 3. Diseño de cuestionario.....	31
Tabla 4. Diseño de análisis documental.....	32
Tabla 5. Procedimiento de la fase preliminar .....	34
Tabla 6. Procedimiento fase de aplicación .....	35
Tabla 7. Procedimiento de la fase de análisis de la información recolectada.....	36
Tabla 8 Matriz Muestra de Implementación Metodológica.....	43

## **Lista de anexos**

Anexo 1. Preguntas realizadas en el cuestionario .....	60
Anexo 2. Resultados del cuestionario .....	64

## Resumen

La investigación se centra en la evaluación de la implementación de estrategias de economía circular en plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano, bajo el enfoque de la gerencia de proyectos. Los objetivos estuvieron orientados a: caracterizar las estrategias circulares adoptadas, analizar su gestión desde las fases de planificación, ejecución, seguimiento y control, y establecer su influencia en el desempeño económico, ambiental y operativo de las plantas. La metodología aplicada fue cualitativa, con cuestionarios que se aplicaron a cuatro empresas del sector y análisis documental, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia, organizados en fases de recolección, validación y análisis de información. Los resultados evidenciaron que las estrategias más comunes son el compostaje, la biodigestión de POME y el uso energético del cuesco, destacando el compromiso gerencial y la disponibilidad de recursos como factores críticos de éxito, mientras que los altos costos de inversión y problemas logísticos constituyen los principales desafíos.

*Palabras clave: Gerencia de proyectos, economía circular, Caribe colombiano, palma de aceite*

## **Abstract**

This research focuses on evaluating the implementation of circular economy strategies in oil palm processing plants in the Colombian Caribbean, using a project management approach. The objectives were to characterize the adopted circular strategies, analyze their management from the planning, execution, monitoring, and control phases, and establish their influence on the plants' economic, environmental, and operational performance. The methodology employed was qualitative, using questionnaires administered to four companies in the sector and document analysis. A non-probabilistic convenience sampling method was used, organized into phases of data collection, validation, and analysis. The results showed that the most common strategies are composting, biodigestion of pomace oil (POME), and energy recovery from palm kernel shells. Managerial commitment and resource availability were highlighted as critical success factors, while high investment costs and logistical problems constituted the main challenges.

*Keywords: Project management, circular economy, Colombian Caribbean, Palm oil*

## **Introducción**

La industria del aceite de palma es un sector de gran relevancia económica a nivel global y un pilar agroindustrial clave en Colombia. Sin embargo, su proceso de extracción genera una cantidad considerable de biomasa residual lignocelulósica, incluyendo el raquis, la fibra de mesocarpio y las aguas residuales (POME). Tradicionalmente, en la región del Caribe colombiano, la disposición ineficiente de estos residuos ha generado graves problemas ambientales, como la contaminación del suelo y del aire por su descomposición o quema incontrolada, afectando la licencia social para operar de las plantas extractoras.

Ante este desafío, la gestión de residuos ha evolucionado bajo el imperativo de la Economía Circular. Este nuevo paradigma transforma los subproductos de la palma, antes vistos como desechos, en materias primas valiosas con potencial para ser convertidas en productos de alto valor agregado, tales como biocombustibles, biofertilizantes o energía. Este cambio, que pasa de la gestión de un problema a la ejecución de una oportunidad de negocio, es, esencialmente, un desafío de Gerencia de Proyectos.

La presente investigación se centró en analizar, desde una perspectiva cualitativa, cómo las plantas extractoras del Caribe colombiano han liderado este cambio estratégico. El enfoque se puso dirigido a la Gerencia de Proyectos, identificando y analizando los factores críticos de éxito y los principales desafíos de gestión que han caracterizado los proyectos de implementación de tecnologías de aprovechamiento de biomasa.

A través de un estudio en el sector palmero de la región, se describió la evolución histórica de la gestión de estos residuos y se determinaron las estrategias de gestión de proyectos que han facilitado la transición hacia modelos más sostenibles y rentables. El objetivo final se orientó a analizar las estrategias implementadas en las plantas extractoras de la región Caribe Colombiana para proporcionar a los Gerentes de Proyectos y a los líderes del sector una base de conocimiento sólida para la toma de decisiones estratégicas, promoviendo una palmicultura más responsable, innovadora y sostenible en el marco de la Economía Circular.

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agroindustria de la palma de aceite constituye un motor económico fundamental en el Caribe colombiano, siendo el segundo cultivo en extensión del país y posicionando a Colombia como el cuarto productor mundial (SAC, 2024). Sin embargo, su operación tradicional ha estado ligada a la generación masiva de biomasa residual, principalmente raquis, fibra de mesocarpio, cuesco y efluentes líquidos (POME). La disposición ineficiente de estos subproductos ha derivado en impactos ambientales críticos, como emisiones de metano y contaminación hídrica, lo que incrementa los costos operativos y compromete la sostenibilidad corporativa (Mahecha, 2024).

Ante la presión regulatoria y la creciente demanda de mercados internacionales por productos sostenibles, el sector palmero colombiano ha iniciado una transición hacia la Economía Circular. Bajo este paradigma, la biomasa residual se concibe como materia prima valiosa para la generación de biogás, biofertilizantes y energía eléctrica. No obstante, la literatura sobre el Caribe colombiano revela un vacío en el análisis de la gestión de proyectos de economía circular, ya que la implementación enfrenta desafíos que trascienden lo tecnológico: requiere una gestión rigurosa del cambio cultural, coordinación de múltiples actores y mitigación de riesgos financieros.

El alto costo de inversión inicial, la falta de modelos de gestión adaptados a las condiciones locales y las limitaciones logísticas del transporte y almacenamiento de biomasa húmeda son barreras recurrentes (Fedepalma, 2024). Además, estudios recientes muestran que, aunque el 30% de la producción nacional ya cuenta con certificaciones de sostenibilidad, aún persisten retos en la reducción de la huella de carbono y en la integración de prácticas agroecológicas en regiones como Magdalena y Cesar (SAC, 2024).

Por lo tanto, existe un vacío en la comprensión de los factores críticos de éxito y de los principales desafíos de gestión de proyectos que han determinado la transición hacia estrategias de economía circular en esta región. Superar este vacío es esencial para consolidar un modelo palmero sostenible, competitivo y alineado con los estándares internacionales de sostenibilidad.

## **1.1 Descripción del problema**

### **1.1.1 El panorama global y nacional de la palma de aceite y sus residuos**

La palma de aceite (*Elaeis guineensis*) es el cultivo oleaginoso más importante a nivel mundial, proveyendo cerca del 35% del aceite vegetal total producido (FAO, 2023). Su producción intensiva, impulsada por la demanda global de alimentos, biocombustibles y oleoquímicos, genera enormes volúmenes de biomasa residual. A nivel global, la industria enfrenta el desafío crítico de gestionar estos subproductos para mitigar impactos ambientales y aprovechar su valor intrínseco. El manejo inadecuado de esta biomasa contribuye significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero y a la contaminación de cuerpos de agua por lixiviados y efluentes (Ahmad et al., 2020).

En el contexto latinoamericano, Colombia es el principal productor de aceite de palma en la región y el cuarto a nivel mundial, con una producción que superó los 1.7 millones de toneladas en 2022 (Fedepalma, 2023). Este liderazgo conlleva una gran responsabilidad en el manejo de los subproductos. El proceso de extracción del aceite genera, por cada tonelada de aceite crudo de palma producido, aproximadamente un 22% de biomasa sólida que incluye los racimos de frutos vacíos o raquis, la fibra de mesocarpio y el cuesco y un 60% de efluentes líquidos de molino (POME) (Chong et al., 2021; Fedepalma, 2023). Tradicionalmente, gran parte de esta biomasa se manejaba mediante prácticas de disposición en campo o quema controlada que, si bien tienen algún beneficio agronómico o energético limitado, resultan ineficientes y no maximizan el potencial de valorización de estos subproductos. Es esta vasta cantidad de residuos, tanto sólidos como líquidos, la que impulsa la necesidad de adoptar estrategias rigurosas de Economía Circular.

### **1.1.2 El problema central en la región Caribe colombiana**

El objeto de estudio se centra en el aprovechamiento de la Biomasa Residual de Palma, un conjunto de subproductos lignocelulósicos y orgánicos generados durante la extracción de aceite. Esta biomasa incluye el raquis residual rico en potasio y otros nutrientes, la fibra de

mesocarpio, el cuesco y el efluente líquido (POME). En conjunto, estos residuos constituyen una fuente significativa de materia prima.

La Región Caribe de Colombia es una zona de alto potencial palmero, con condiciones climáticas y de suelo particulares. No obstante, en esta región, el manejo de la Biomasa Residual de Palma enfrenta un problema central: la carencia de un modelo de gestión integral, sostenible y viable que permita transformar estos residuos de un problema de disposición en un recurso de alto valor. Esta deficiencia limita la eficiencia económica, la diversificación de ingresos y la sostenibilidad ambiental de la agroindustria.

Aunque existen tecnologías probadas a nivel global para el aprovechamiento de la Biomasa Residual de Palma como lo son: la producción de compost, pellets, carbón activado, biogás, bioetanol, cogeneración de energía, y otras, su adopción e implementación en la agroindustria palmera del Caribe colombiano es fragmentada o, en muchos casos, inexistente. La mayoría de las empresas se limitan a prácticas tradicionales como la reintegración del raquis en campo, el uso básico de fibra/cuesco como combustible de caldera, o el manejo rudimentario del POME, desaprovechando la oportunidad de diversificar ingresos y cerrar sus ciclos productivos. Esta inercia se debe a una combinación de barreras técnicas, económicas y fundamentalmente, de gestión de proyectos y de la innovación (Salazar & Sarmiento, 2019), lo que justifica el enfoque cualitativo de esta monografía en el análisis de las estrategias de economía circular que giran en torno a las plantas extractoras del Caribe Colombiano.

### **1.1.3 El problema en la organización y sus causas**

En la agroindustria del Caribe colombiano, el problema de la subutilización y la gestión ineficiente de la biomasa residual de palma se manifiesta como un fenómeno complejo y multifactorial que exige proyectos de gestión sólidos. La primera dificultad radica en la carencia de inversión y de modelos de gestión viables. La implementación de tecnologías de transformación integral, como el biogás a partir del POME o las plantas de peletización y pirólisis para residuos sólidos, requiere una inversión inicial considerable. En ausencia de esquemas financieros adaptados a las condiciones locales, los empresarios perciben estos proyectos como de alto riesgo y con baja rentabilidad en el corto plazo, lo que desalienta su adopción (Rodríguez et al., 2021).

A ello se suman las limitaciones logísticas y técnicas propias de la biomasa residual de palma. Los residuos sólidos, como el raquis y la fibra, presentan una humedad cercana al 60–70% y una baja densidad, lo que dificulta su transporte y almacenamiento eficiente.

Paralelamente, el POME, con su alta carga orgánica, demanda sistemas de tratamiento costosos para evitar lixiviados contaminantes. El secado, el pretratamiento y el control de estos flujos de biomasa implican un consumo energético elevado y, en muchos casos, no se realizan de manera adecuada, reduciendo la eficiencia de las tecnologías de valorización posteriores (Kee et al., 2018). Paralelamente el POME es un efluente con alta carga orgánica que requiere de costosos sistemas de tratamiento o digestión. El manejo inicial de estos flujos de biomasa: secado, pretratamiento o control de lixiviados es costoso energéticamente y no siempre se implementa adecuadamente, limitando la eficiencia y el rendimiento de las tecnologías de valorización posteriores.

Finalmente, se evidencia un desconocimiento y falta de comparación entre las distintas estrategias de proyecto. La información disponible sobre eficiencia técnica, rendimiento económico incluyendo costos operativos y retorno de la inversión y desempeño ambiental, como la reducción de la huella de carbono, es limitada y dispersa. Esto impide que los gestores de proyectos cuenten con evaluaciones multicriterio que les permitan seleccionar la alternativa más adecuada. En consecuencia, se requiere una comprensión más profunda de las estrategias de gestión que han logrado superar las barreras específicas del Caribe colombiano, para orientar la transición hacia modelos circulares sostenibles y competitivos.

#### **1.1.4 Consecuencias, impactos y limitaciones**

La subutilización y la gestión ineficiente de la Biomasa Residual de Palma en las plantas extractoras de la Región Caribe provocan una serie de efectos negativos a nivel económico, ambiental y social, lo que justifica la urgencia de implementar proyectos de Economía Circular:

**Impacto Económico: Pérdida de Valor y Baja Competitividad:** La principal consecuencia es la pérdida de valor y potencial de ingresos. La Biomasa Residual de Palma, al no ser transformada, representa un costo de manejo y disposición en lugar de una fuente de nuevos productos o servicios. Esto reduce la eficiencia en el uso de recursos, limitando la

diversificación de la matriz productiva y restando competitividad a la agroindustria en un mercado que valora cada vez más la sostenibilidad (Salazar & Sarmiento, 2019).

**Impacto Ambiental: Contaminación y Aumento de la Huella de Carbono:** El manejo inadecuado de la Biomasa Residual de Palma, especialmente la acumulación de sólidos y la disposición del POME, genera lixiviados con alta carga orgánica que contaminan suelos y cuerpos de agua, además de producir emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ), un potente Gas de Efecto Invernadero. Esto menoscaba el compromiso de la agroindustria con la sostenibilidad y la Economía Circular (Ahmad et al., 2020). La falta de proyectos de valorización impide la reducción efectiva de la huella de carbono del sector, lo cual es contrario a las tendencias globales.

**Impacto Social, Institucional y de Gestión de Proyectos:** La falta de un modelo estandarizado y viable para la valorización de la Biomasa Residual de Palma impide la creación de nuevas cadenas de valor y la generación de empleo calificado asociado a la biotecnología o la bioenergía en la región. A nivel institucional y de gestión, esta subutilización refleja una brecha en la capacidad de las empresas para ejecutar proyectos complejos de innovación y gestión del cambio, lo que afecta su legitimidad social y su potencial para contribuir al desarrollo regional sostenible.

## 1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo influye la implementación de estrategias de economía circular en el desempeño de las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano, desde el enfoque de la gerencia de proyectos?

### **1.3 Los objetivos de investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la influencia de la implementación de estrategias de economía circular en el desempeño de las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano, bajo el enfoque de la gerencia de proyectos.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Caracterizar las estrategias de economía circular implementadas en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano.

Analizar la gestión de las estrategias de economía circular desde el enfoque de gerencia de proyectos considerando las fases de planificación, ejecución, seguimiento y control-

Establecer la influencia de la implementación de estrategias de economía circular en el desempeño económico, ambiental y operativo de las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano.

### **1.4 Justificación de la investigación**

La presente investigación se justifica por su alta relevancia académica, científica y estratégica al abordar la sostenibilidad de uno de los sectores agroindustriales más importantes de Colombia: la palma de aceite, bajo el paradigma de la Economía Circular.

#### **1.4.1 Relevancia académica y científica**

En primer lugar, desde el ámbito académico y científico, este estudio responde a un vacío de conocimiento en la Región Caribe colombiana, donde la literatura existente se ha centrado principalmente en la viabilidad técnica de las tecnologías de aprovechamiento de biomasa, dejando de lado los factores de gestión de proyectos que determinan su éxito (Salazar &

Sarmiento, 2019). La investigación aporta un enfoque cualitativo que sistematiza experiencias locales y regionales, ofreciendo un marco conceptual que distingue entre el simple manejo de residuos y la creación de valor económico a partir de la biomasa residual (Kirchherr et al., 2017).

Ahora bien, lo anterior será posible debido a que se ejecutaran los siguientes procesos:

**Sistematizar la Experiencia:** Documentar y analizar la experiencia de las plantas extractoras líderes en la Región Caribe, identificando y categorizando los factores críticos de éxito y los desafíos estratégicos para el aprovechamiento integral de la Biomasa Residual de Palma.

**Aportar Perspectiva Estratégica:** Profundizar en el "por qué" de la implementación de la circularidad, estableciendo los motivadores que transformaron la decisión de manejar residuos en una estrategia de valor y sostenibilidad.

**Establecer una Postura Conceptual:** Contribuir a una postura conceptual sólida sobre la Economía Circular aplicada al sector, ofreciendo un marco de referencia que distingue entre el simple manejo de residuos y la creación de un activo económico a partir de la Biomasa Residual de Palma.

#### **1.4.2 Relevancia social y aportes al sector**

En segundo lugar, la relevancia social radica en que el manejo inadecuado de la biomasa residual de palma genera impactos ambientales significativos, como emisiones de metano y contaminación hídrica, que afectan directamente la sostenibilidad regional y la licencia social para operar de las empresas (Ahmad et al., 2020). La identificación de estrategias exitosas de circularidad puede contribuir a la reducción de la huella de carbono del sector y a la generación de empleos verdes vinculados a la bioenergía y la biotecnología, fortaleciendo el desarrollo sostenible en el Caribe colombiano (Chong et al., 2021).

Por lo tanto, los resultados de esta investigación pueden generar los siguientes aportes concretos:

**Aporte Ambiental:** La identificación de estrategias exitosas de circularidad contribuirá a la reducción del impacto ambiental asociado al manejo de la Biomasa Residual de Palma, promoviendo su uso como materia prima para bioproductos o bioenergía. Esto se traduce en una

mejora de la sostenibilidad regional y el cumplimiento de metas de reducción de Gases de Efecto Invernadero.

**Aporte Económico:** El análisis de los modelos operativos y estratégicos de éxito abrirá la puerta a la diversificación de ingresos y a la reducción de costos de disposición para los actores del sector. Al identificar los drivers económicos de la circularidad, el estudio impulsa la creación de cadenas de valor y empleos verdes especializados en la transformación de la biomasa.

**Aporte a los Tomadores de Decisiones:** Proveer a los líderes y gerentes de la agroindustria palmera una guía práctica de experiencia validada sobre los factores clave que deben gestionar para seleccionar e implementar con éxito proyectos de aprovechamiento. Esto minimiza la incertidumbre y acelera la adopción de prácticas sostenibles en el Caribe colombiano.

## 2 MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 Marco de Antecedentes

El estudio se contextualiza en la urgente necesidad global de gestionar eficientemente los residuos agroindustriales bajo la perspectiva de la Economía Circular. La Biomasa Residual de Palma es el subproducto de mayor volumen generado en las plantas extractoras, incluyendo el raquis de palma de aceite que representa aproximadamente el 22% del peso de los racimos de fruta fresca procesados, la fibra de mesocarpio, el cuesco y el Efluente Líquido de Molino.

A nivel Internacional se encontraron las Investigaciones en Malasia e Indonesia, principales productores mundiales, han avanzado significativamente en métodos de aprovechamiento, estableciendo la viabilidad tecnológica de la circularidad.

Así mismo, el estudio de Castillo et al. (2014) y papers en Renewable and Sustainable Energy Reviews destacan la viabilidad del raquis como materia prima para celulosa, biocarbón, pellets y compostaje. Estos antecedentes establecen la viabilidad tecnológica del aprovechamiento, y su postura se centra en la investigación aplicada para la sostenibilidad industrial.

Dentro del contexto internacional también se identificó, la investigación de Torres et al. (2004) la cual consistió en un proyecto comercial de compostaje de los desechos agroindustriales de la palma de aceite en Costa Rica, este es un referente temprano, que se enfocó en el compostaje de raquis y efluentes para transformarlos en abono orgánico de alta calidad.

A nivel nacional, en Colombia, el país líder en producción de aceite de palma en América Latina, la investigación ha evolucionado significativamente en la última década. Dentro de estos se encontró el enfoque Inicial y Compostaje, los antecedentes nacionales iniciales se enfocaron en la cuantificación de la biomasa y proyectos piloto sobre compostaje y uso como cobertura de suelo. Autores como Galindo y Romero (2012) en su proyecto “Compostaje de subproductos de la agroindustria de palma de aceite en Colombia: Estado del arte y perspectivas de investigación”, buscaron dar una mirada a los cambios fisicoquímicos durante el compostaje, evidenciando que la mayoría de las industrias ya usaban o producían compost, pero señalando la necesidad de optimizar procesos y reducir la contaminación potencial del POME.

Así mismo, se identificó la investigación impulsada por Fedepalma y Cenipalma (2015) “El Salto Estratégico”, en donde comenzaron a explorar la bioeconomía circular. Existe documentación sobre casos de éxito de plantas que han implementado cogeneración y biogás, principalmente en zonas como Meta y Santander, demostrando la viabilidad a gran escala.

En cuanto a investigaciones locales en el Caribe, se evidenció en la revisión bibliográfica que, a pesar de los avances nacionales, la literatura carece de un análisis cualitativo y comparativo robusto de las estrategias implementadas que integre los factores motivacionales y los desafíos operativos específicos de la Región Caribe, zonas como Magdalena, Cesar y Guajira. En esta zona, las condiciones climáticas, logísticas y de infraestructura son particulares, y la simple adopción de tecnologías probadas puede fracasar sin una estrategia de implementación adaptada.

## **2.2 Marco Teórico**

La investigación se sustenta en cuatro pilares conceptuales que direccionan el análisis de las estrategias de aprovechamiento de la biomasa residual de palma en el Caribe colombiano: la Teoría de la Gestión Sostenible y el Marco RSPO; los Modelos de Economía Circular; la Gestión Estratégica del Cambio y gerencia de proyectos.

### **2.2.1 Teoría de la gestión sostenible y estándares globales**

La viabilidad de las iniciativas de aprovechamiento de la biomasa se evalúa bajo el principio de la Triple Cuenta de Resultados (Triple Bottom Line, TBL) (Elkington, 1997), que enfatiza que el éxito se mide por su impacto económico, social y ambiental.

En este sentido, se requieren desarrollos teóricos que faciliten la adopción de la sostenibilidad como una cultura, que la coloque en el centro de la estrategia organizacional bajo la premisa de que es necesaria, es lo correcto, lo que se debe hacer ante las circunstancias que se afrontan, pasando a entender la rentabilidad como un proceso de largo plazo, derivado de dicho comportamiento; de lo contrario, las organizaciones carentes de esta visión, tienden a caer en

prácticas de greenwashing, dado que están más preocupadas por su reputación... (Carbal et al., 2024, p. 539).

### **2.2.2 Estándar de la Mesa Redonda sobre aceite de palma sostenible (RSPO)**

La Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO) es un actor clave que transforma la teoría de la sostenibilidad en requisitos operativos. La certificación RSPO actúa como un motivador estratégico y una presión de mercado para las extractoras que buscan acceder a mercados internacionales, ya que sus Principios y Criterios (P&C) exigen la gestión ambiental responsable y el uso de subproductos (RSPO, 2018). Analizar la relación entre la certificación y la adopción de nuevas tecnologías es fundamental para identificar los factores críticos de éxito del sector.

### **2.2.3 Modelos de Economía Circular**

La investigación se apoya en los principios de la Economía Circular (Ellen MacArthur Foundation), donde el residuo deja de ser un desperdicio para convertirse en un recurso valioso que se reincorpora al ciclo productivo. El marco de la Economía Circular guía el análisis sobre el potencial de valorización de la biomasa y la retención de valor en el sistema.

La economía circular surge en el marco de la economía verde, impulsando la idea de la desmaterialización de la economía (Carrillo, 2013), y tiene sus raíces en la vieja idea manejada por Kenneth E. Boulding en 1966, quien señaló que, para aproximarse a la sustentabilidad y garantizar la supervivencia del planeta, era indispensable dar un giro al modelo productivo vigente y reducir tanto el uso de recursos naturales como la generación de residuos (Boulding, 2012).

### **2.2.4 Gestión estratégica, innovación y factores críticos de éxito**

El tercer pilar se enfoca en cómo las organizaciones adoptan la innovación y gestionan el cambio estratégico necesario para implementar la Economía Circular.

El análisis se fundamenta en la literatura de Gestión Estratégica de la Innovación y Gestión del Cambio, buscando identificar los factores críticos de éxito que aseguran la implementación efectiva de nuevas estrategias tecnológicas. Estos factores son las variables que, si se gestionan adecuadamente, tienen un impacto desproporcionadamente positivo en el resultado final (Rao, 1990).

Por otro lado, la implementación de la circularidad en el sector agroindustrial implica proyectos inherentemente complejos y riesgosos: "Los proyectos son únicos... Suelen ser relativamente complejos y porque implican un cambio, a menudo, son relativamente riesgosos" (Wallace, 2014, p. 16). Este entendimiento es clave para categorizar los desafíos operativos y estratégicos enfrentados por las plantas extractoras en el Caribe colombiano.

### **2.2.5 Gerencia de proyectos**

La gerencia de proyectos se ha consolidado como un campo interdisciplinario que busca garantizar la eficiencia en la planificación, ejecución y cierre de iniciativas organizacionales. Su evolución reciente ha estado marcada por la integración de estándares internacionales y la necesidad de responder a entornos dinámicos y complejos.

La gerencia de proyectos se define como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para cumplir con sus requisitos (PMI, 2021). Este enfoque se articula con metodologías como el PMBOK Guide, que establece áreas de conocimiento clave: integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones y gestión de interesados.

Según Albarracín (2019), la adopción del marco PMI en organizaciones colombianas ha permitido estructurar procesos más eficientes, destacando la importancia de la estandarización para reducir incertidumbre y mejorar la toma de decisiones. Cruz Montero et al. (2020) señalan que la gerencia de proyectos debe entenderse como un proceso dinámico que integra fases críticas: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre. Cada fase requiere competencias específicas, desde la definición clara de objetivos hasta la evaluación de resultados mediante indicadores de desempeño (KPIs).

La literatura reciente enfatiza la necesidad de modelos híbridos que combinen metodologías tradicionales con enfoques ágiles. Dama Academic Scholarly Scientific Research

Society (2019) argumenta que la gerencia de proyectos moderna se centra en la satisfacción de los stakeholders, la entrega de valor y la minimización de costos, lo que exige flexibilidad metodológica.

Asimismo, Agouida et al. (2019) destacan que en el sector público la gerencia de proyectos debe incorporar un enfoque teórico que considere la gobernanza, la transparencia y la participación ciudadana, elementos que fortalecen la legitimidad institucional.

Por último, la gerencia de proyectos contemporánea no se limita a la eficiencia operativa, sino que incorpora la sostenibilidad como criterio transversal. Esto implica evaluar proyectos bajo la lógica de la triple cuenta de resultados (económica, social y ambiental), lo que asegura que las iniciativas generen valor integral y contribuyan al desarrollo sostenible. En este sentido, estudios recientes destacan que la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos permite mejorar la legitimidad institucional y la resiliencia organizacional frente a los desafíos globales (Carvalho & Rabechini, 2019).

### **2.3 Marco normativo**

El análisis de las estrategias de Economía Circular y la identificación de sus factores de éxito están intrínsecamente ligados a la legislación colombiana que rige la agroindustria, la gestión ambiental de residuos orgánicos y la calidad de los insumos agrícolas. El conocimiento y el cumplimiento de estas normas y la gestión de sus requisitos son un factor estratégico que determina la viabilidad y la legitimidad de cualquier iniciativa de aprovechamiento de biomasa en las plantas extractoras de la Región Caribe de Colombia.

Marco normativo sectorial y de fomento:

Esta legislación es crucial para la existencia y desarrollo de la agroindustria palmera, a la cual se busca dar sostenibilidad:

Ley 99 de 1993. “por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones” por medio de esta ley se crea el ministerio encargado de formular, implementar y orientar políticas, programas o planes que lleve a garantizar el desarrollo sostenible medio

ambiental en Colombia. Por medio de la cual se desprende el artículo 50, el cual nos habla de la licencia ambiental.

Ley 138 de 1994: Esta ley establece la Cuota de Fomento para la Agroindustria de la Palma de Aceite. Su relevancia radica en que define el sector y, a través de la asignación de recursos a Cenipalma (Centro de Investigación en Palma de Aceite), promueve la investigación, divulgación y promoción de tecnologías que optimicen el cultivo y el beneficio del fruto. El diseño de un modelo de gestión sostenible para el raquis se alinea directamente con este mandato de desarrollo tecnológico sectorial.

Normas de Empresa de Fedepalma: Aunque son estándares gremiales y no legislación estatal, su cumplimiento es fundamental para la sostenibilidad. La NE 002 (Planta de Beneficio) exige a las plantas contar con sistemas de identificación y medición de subproductos (incluido el raquis) y promueve la Generación de valor a partir de la biomasa residual, estableciendo un estándar de buenas prácticas que el modelo de gestión debe adoptar y formalizar

Norma técnica colombiana (NTC) 947-1: producción de aceite de palma sostenible de Colombia. Esta norma de empresa producida por Fedepalma tiene por objetivo que se implementen las buenas prácticas y los requisitos para la producción del aceite crudo. Esta norma busca regir la correcta extracción del crudo en la palma de aceite, a través de las buenas prácticas.

Normativa voluntaria:

Esta categoría incluye estándares de carácter voluntario que, aunque no son impuestos por la ley colombiana, son exigidos por los mercados internacionales y funcionan como un motivador estratégico clave para la circularidad.

Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO): La certificación RSPO es el principal estándar global de sostenibilidad para el aceite de palma. Sus Principios y Criterios obligan a las empresas a implementar prácticas de gestión ambiental y social responsables. La presión por obtener y mantener esta certificación impulsa la adopción de la Economía Circular, pues exige explícitamente el manejo responsable de residuos y la minimización de impactos ambientales. De esta manera, la RSPO actúa como un factor de fomento que transforma la gestión de biomasa de un costo en una ventaja competitiva y un requisito de acceso a mercado.

Normativa ambiental para el aprovechamiento y residuos:

Esta legislación y los estándares voluntarios rigen y condicionan la manera en que se debe abordar el manejo de la Biomasa Residual de Palma para su transformación y aprovechamiento. El cumplimiento y la gestión estratégica de estos requisitos legales y normativos son un factor crítico de éxito que asegura la viabilidad, la legitimidad y la aceptación de las iniciativas de Economía Circular en el Caribe colombiano, en línea con el principio de que la sostenibilidad no solo es deseable, sino legalmente obligatoria y demandada por el mercado.:

Decreto 4741 de 2005. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Por medio de esta se busca que se dé un buen aprovechamiento y valorización de los residuos peligrosos, buscando mitigar así la afectación medio ambiental del entorno.

Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 (Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible): Recopila la regulación ambiental. Este decreto es el pilar para el manejo del raquis, ya que establece las directrices para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos biodegradables.

Implicación Clave: El proyecto deberá considerar que la construcción y operación de plantas con capacidad de aprovechamiento superior a las 20.000 toneladas/año requieren obtener Licencia Ambiental de la Corporación Autónoma Regional (CAR) correspondiente, lo cual debe estar contemplado en el Modelo de Gestión Sostenible a diseñar.

Decreto 690 de 2021: Complementa el anterior al regular el manejo de recursos naturales renovables. Su aplicación es relevante si el aprovechamiento de la biomasa del raquis se enfoca en fines distintos a la agricultura, exigiendo la obtención de permisos o autorizaciones específicas por parte de la autoridad ambiental para su uso sostenido.

Normativa agrícola y de calidad de bioproductos:

Si las estrategias de Economía Circular analizadas incluyen la transformación de la Biomasa Residual de Palma en productos de valor como abono orgánico, compost o bioinsumos, el producto final debe cumplir rigurosamente con los estándares de calidad y seguridad establecidos por la autoridad agrícola competente, como el ICA en Colombia. La capacidad de las extractoras para diseñar procesos operativos que aseguren la calidad final del bioinsumo y minimicen la contaminación es un desafío operativo y estratégico fundamental para garantizar el éxito y la sostenibilidad de estas iniciativas en el mercado agrícola.

Resolución 150 de 2003 (ICA) / Resolución 199 de 2016 (MinAgricultura) y sus actualizaciones: Estas normas establecen el Reglamento para la producción, procesamiento y comercialización de Productos Agropecuarios Ecológicos.

Un factor crítico de éxito para cualquier estrategia de Economía Circular en el sector palmero es la viabilidad comercial y legal de los bioproductos. Esto implica que, si las extractoras transforman la Biomasa Residual de Palma en insumos agrícolas como abonos orgánicos o bioabonos, sus procesos deben garantizar el cumplimiento estricto de los requisitos de calidad, trazabilidad e inocuidad, así como el registro obligatorio ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El éxito de las estrategias analizadas dependerá, en gran medida, de su capacidad para gestionar este marco regulatorio, asegurando tanto la seguridad del producto como su aceptación en el mercado.

### 3 METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación se diseñó bajo un enfoque cualitativo y aplicado, orientado a comprender la experiencia de las plantas extractoras de palma de aceite en la Región Caribe colombiana frente a la implementación de estrategias de economía circular. El estudio se estructuró en fases que abarcaron desde la definición de la población y muestra, hasta la aplicación de instrumentos de recolección de información y su validación. Se emplearon cuestionarios semiestructurados y análisis documental como técnicas principales, garantizando la triangulación de datos y la confiabilidad de los hallazgos. La población estuvo conformada por actores clave del sector palmero, seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, lo que permitió obtener una muestra representativa de la realidad regional. La validación de los instrumentos se realizó a través de pruebas piloto y análisis de constructo, asegurando pertinencia y coherencia con los objetivos de la investigación. El procedimiento se organizó en fases preliminares, de aplicación y de análisis, cada una con tiempos estimados que garantizaron la rigurosidad del proceso. Asimismo, se incorporaron consideraciones éticas como el consentimiento informado y la protección de la confidencialidad de los participantes. En conjunto, esta metodología permitió caracterizar los factores críticos de éxito y los principales desafíos de gestión de proyectos en el aprovechamiento de la biomasa residual, ofreciendo una base sólida para la propuesta de una guía metodológica adaptada al contexto del Caribe colombiano.

#### 3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El proyecto se enmarcó bajo un enfoque cualitativo, dado que su principal propósito es analizar, comprender e interpretar los fenómenos, experiencias y estrategias de gestión de proyectos que han determinado la efectiva transición hacia la Economía Circular en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano. Este enfoque es idóneo, puesto que busca la profundidad, riqueza y contextualización de las percepciones y significados detrás de las decisiones gerenciales, en lugar de la generalización estadística, tal como lo establecen Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2016). El estudio se centró en la identificación de

patrones y factores críticos de éxito desde la perspectiva de los actores clave, lo cual requiere una inmersión interpretativa. En cuanto al alcance, la investigación se orientó en un carácter exploratorio-descriptivo. Es exploratorio en la medida en que busca indagar en un tema que presenta un vacío de conocimiento específico en la región del Caribe colombiano, las estrategias de gestión de proyectos de circularidad de la biomasa. Es fundamentalmente descriptivo porque el objetivo principal se instruyó a "describir la evolución histórica" y "caracterizar" los factores de éxito y los desafíos, detallando las propiedades y las dinámicas operativas y estratégicas del aprovechamiento de la biomasa residual en la región sin establecer relaciones causales entre variables.

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental de tipo Transversal y Cualitativo. Este diseño se consideró el más adecuado para los objetivos propuestos, ya que permitió la observación y el registro de fenómenos en su contexto natural sin la manipulación deliberada de variables (Hernández Sampieri et al., 2016). El diseño fue de carácter transversal porque la recolección de datos sobre las estrategias y factores críticos de éxito implementados y realizados en un único momento del tiempo. Esto permitió analizar los factores de éxito y los desafíos operativos y estratégicos que han motivado y facilitado la implementación de estrategias de economía circular en el aprovechamiento de la biomasa residual en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe Colombiano.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Definición de la población**

La población de la investigación estuvo conformada por los productores agrícolas del sector de palma de aceite que elaboran estrategias de aprovechamiento de la biomasa residual. Ubicados principalmente en los departamentos de: Magdalena, Cesar, La Guajira, Bolívar (norte), Sucre, Córdoba y atlántico. El trabajo se ubicó justamente en estos departamentos porque la Costa Caribe históricamente ha contado con un número significativo de plantas extractoras (molinos). A nivel nacional, existen aproximadamente 75 plantas de beneficio activas. Siendo el caribe colombiano un productor regional pues la zona Norte es una de las principales regiones. En datos recientes, concentra más de 100.000 hectáreas sembradas de palma de aceite. Es

importante tener presente que Colombia es el cuarto productor mundial de aceite de palma. Lo que poner al Caribe como punto central de movimiento de este sector económico. La población del estudio es un subconjunto selecto de estas plantas en el Caribe que demuestra gestión de biomasa. Ahora bien, dentro del proceso es importante tener presente que la productividad regional a veces presenta desafíos debido a factores climáticos y fitosanitarios.

Por otra parte, centrándose en la población de productores se encuentro que: El sector se caracteriza por la coexistencia de diferentes escalas productivas: Los pequeños productores (con menos de 20 hectáreas) representan la mayoría de los productores, aunque cultivan un área menor. También existen grandes empresas y núcleos palmeros que operan las plantas extractoras. En cuestiones de roles de género de la participación que evidencia que la mujer es significativa. Se estima que alrededor del 31% de los productores palmeros son mujeres a nivel nacional, y el sector genera un importante porcentaje de empleo femenino. Dentro de esto, es crucial comprender y conocer que el sector es un generador de empleo formal. A nivel nacional, la agroindustria de la palma genera más de 230.000 empleos totales (directos e indirectos), con un alto porcentaje de formalidad (más del 80%), lo cual es un indicador clave de desarrollo social en las zonas rurales del Caribe.

Por último, la población de estudio estuvo compuesta por empresas líderes y núcleos extractoras que han superado las barreras operativas y financieras, convirtiéndose en referentes de sostenibilidad y gestión ambiental dentro del sector agroindustrial de la palma de aceite.

### **3.2.2 Cálculo y selección de la muestra**

El tipo de la muestra es no probabilística, esto teniendo en cuenta la definición que Castro (2003) presenta: La muestra no probabilística son aquellas donde la elección de los miembros para el estudio dependerá de un criterio específico del investigador, lo que significa que no todos los miembros de la población tienen igualdad de oportunidad de conformarla. Siendo esto coherente con el hecho de que, la población de estudio "Productores agrícolas del sector de palma de aceite que elaboran estrategias de aprovechamiento de la biomasa residual" no es el total de la industria palmera, sino un subconjunto altamente especializado y calificado. El muestreo debe asegurar que los participantes (plantas extractoras) cumplan con criterios muy específicos: estar ubicados en el Caribe Colombiano (Zona Norte) y haber implementado

activamente proyectos de aprovechamiento de biomasa (Economía Circular). En este caso y como ya se ha explicado la elección de la muestra no depende de la probabilidad, sino del criterio experto del investigador.

Tamaño de la Muestra (n): 4 Casos (Plantas Extractoras) de productores agrícolas del sector de palma de aceite que elaboran estrategias de aprovechamiento de la biomasa residual.

Criterio de Selección: Los casos son seleccionados por ser ejemplares o pioneros en la implementación de estrategias de Economía Circular para el manejo de la biomasa.

Esto refuerza la necesidad de un muestreo no probabilístico, ya que la población de interés (productores de palma aceite que elaboran aprovechamiento de la biomasa residual) es un grupo tan pequeño y especializado que, para un análisis estadístico, se requeriría estudiar prácticamente a la totalidad del universo regional. Para un estudio de casos, la selección de 4 casos clave es metodológicamente sólida.

**Tabla 1. Criterios de inclusión**

Criterio	Descripción detallada	Justificación Teórica
1. Ubicación Geográfica Estratégica	La planta extractora debe estar ubicada en la Zona Norte Palmera de Colombia, abarcando específicamente los departamentos del Caribe Colombiano (Magdalena, Cesar, La Guajira, Bolívar, etc.).	Delimita el universo al contexto geográfico, climático y socioeconómico de interés para el proyecto.
2. Adopción de Estrategias de Economía Circular	La planta debe haber implementado y tener en operación (o en fase avanzada de implementación) al menos una estrategia documentada de aprovechamiento de biomasa residual (BRP).	Garantiza que los casos sean "ricos en información" y puedan evidenciar los Factores Críticos de Éxito y los desafíos del proceso (objetivo central del estudio).

3. Generación de Valor Agregado	La estrategia implementada debe implicar la transformación del residuo (raquis, fibra, POME) en un producto de valor agregado (ej. energía eléctrica, biocombustibles, biofertilizantes como compost o biodigestato).	Confirma que se está aplicando el principio de la Economía Circular y no solo la disposición final básica del residuo.
4. Acceso a la Información	La planta debe otorgar el consentimiento y la disponibilidad para que se aplique un cuestionario y permitir el acceso a la información (pública o interna) relevante para la investigación.	Es un requisito práctico fundamental para un muestreo por juicio y un estudio de caso; sin acceso, el caso no es viable.

Nota. Elaboración propia.

**Tabla 2. Criterios de exclusión**

Criterio	Descripción detallada	Justificación Teórica
1. Enfoque Primario en Disposición Final	Plantas cuya principal estrategia para el manejo de biomasa sea la disposición final tradicional (ej. incineración simple, vertimiento sin tratamiento, o apilamiento sin fines de valorización).	Excluye a las empresas que aún no han adoptado el modelo de Economía Circular, lo cual es la variable de estudio.
2. Plantas con Proyectos Solo en Fase de Idea o Diseño	Productores que tengan proyectos de aprovechamiento de biomasa únicamente en etapas conceptuales, de planeación o de estudio de factibilidad sin haber iniciado su ejecución.	El estudio requiere casos implementados para analizar la experiencia real y los FCE de la gestión del proyecto.

3. Productores Únicamente de Fruto	Productores agrícolas (palmicultores) que solo cultivan y venden el fruto a una extractora, sin tener la responsabilidad ni la infraestructura de procesamiento de la biomasa residual.	Excluye a los actores que no son responsables de la mayor generación de biomasa y cuya perspectiva no es la de la gestión integral de la planta.
4. Localización Fuera de la Región de Estudio	Plantas extractoras ubicadas en otras zonas palmeras de Colombia (ej. Zona Oriental o Zona Suroccidental).	Mantiene la coherencia geográfica del estudio, centrado en el Caribe Colombiano.

Nota. Elaboración propia.

### 3.3 Instrumento(s)

Debido al enfoque cualitativo y al objetivo de analizar las estrategias de gestión de proyectos implementadas, se utilizarán principalmente dos instrumentos: Cuestionario como instrumento principal y el Análisis Documental como instrumento complementario.

#### 3.3.1 Cuestionario

Este instrumento de diseño para quienes han estado ejecutando y estructurando el proyecto, con el propósito de conocer el proceso, sus ventajas y desventajas.

**Tabla 3. Diseño de cuestionario**

Elemento	Descripción
Objetivo	Obtener información detallada y profunda sobre las experiencias, motivaciones, factores críticos de éxito y desafíos operativos/estratégicos que rodearon la implementación de las estrategias de Economía Circular en las plantas extractoras de palma.

Estructura	Corresponde un cuestionario estructurado, el cual comprende 16 preguntas que contribuyen a la necesidad de recolección de información.
Categorías	Las preguntas se agruparán en torno a los objetivos específicos del estudio y el marco teórico (Gestión Estratégica y EC). Las categorías centrales incluirán: 1. Motivadores Estratégicos (RSPO, regulación), 2. Factores Críticos de Éxito del Proyecto, 3. Desafíos de Gestión Operativa (Biomasa y Logística), y 4. Sostenibilidad y Triple Cuenta.
Formato	El instrumento está estructurado en un formulario que se realizará de manera física con opciones de respuesta múltiple y algunas preguntas abiertas, cuenta con 16 preguntas enfocadas a entender y ver cómo han desarrollado el proyecto.
Nota. Elaboración propia.	

### 3.3.2 Análisis documental del instrumento complementario

Este instrumento se utilizará para contextualizar, corroborar y complementar la información obtenida del cuestionario.

**Tabla 4. Diseño de análisis documental**

Elemento	Descripción
Objetivo	Recopilar información objetiva y contextual sobre la operación de la planta y los proyectos, incluyendo datos de capacidad, gestión de residuos histórica y requisitos normativos.
Estructura	Ficha de análisis documental. Es una matriz diseñada para extraer información específica de documentos primarios y secundarios proporcionados por las plantas extractoras.
Categorías	1. Información Operativa y de Capacidad (Capacidad T/h, tipo de biomasa generada), 2. Histórico de Gestión de Residuos (Evolución de la disposición vs. valorización), 3. Factores de Éxito Cuantificables

---

(Logros de la certificación RSPO, indicadores de impacto ambiental/económico).

---

Formato	Digital para sistematizar la información extraída de informes, manuales de sostenibilidad, registros de producción y documentación de proyectos.
---------	--

---

Nota. Elaboración propia.

Validación de los instrumentos propios: Cuestionario

Definición de constructos: Asegurar que las preguntas reflejan de manera adecuada las dimensiones del fenómeno que se quiere medir.

Juicio de expertos: Someter el cuestionario a revisión por especialistas en el tema, quienes evalúan pertinencia, claridad y relevancia de los ítems.

Validación de constructo

Prueba piloto: Aplicar el cuestionario a un grupo reducido y analizar si las preguntas realmente miden lo que se pretende.

Análisis factorial exploratorio (AFE): Permite identificar si los ítems se agrupan en las dimensiones esperadas.

Análisis factorial confirmatorio (AFC): Verifica la estructura teórica del cuestionario.

### 3.4 Descripción de procedimientos

Esta sección describe de manera precisa y secuencial los procedimientos que se aplicarán para el levantamiento de la información en campo, desde la obtención de permisos hasta la aplicación de los instrumentos.

#### 3.4.1 Fase preliminar: permisos y muestra piloto

Tiempo estimado cuatro semanas.

**Tabla 5. Procedimiento de la fase preliminar**

Procedimiento	Descripción
Gestión de Autorizaciones	Tiempo: Semanas 1-2. Se identificará a las 3-5 plantas extractoras que cumplen con los criterios de inclusión (Capacidad >30 T/h, ubicación en el Caribe, Estrategia de Economía Circular implementada). Se enviará una comunicación formal (carta de presentación institucional del investigador y la universidad) a la Gerencia General o de Sostenibilidad de cada planta, explicando los objetivos del estudio y solicitando la autorización formal para acceder a sus instalaciones y a los informantes clave.
Prueba Piloto y Ajustes	Tiempo: Semana 4. Se contactará a cinco personas claves en conocimiento de plantas extractoras (excluidas de la muestra final) para realizar la prueba piloto del cuestionario (validación de confiabilidad). El investigador evaluará el tiempo de duración y la claridad de las preguntas.

Nota. Elaboración propia.

### 3.4.2 Fase de aplicación de instrumentos

Tiempo estimado 8 semanas. Esta fase se centró en la recolección de datos primarios y complementarios en la muestra final de tres a cinco plantas extractoras.

**Tabla 6. Procedimiento fase de aplicación**

Procedimiento	Descripción
Contacto y Agendamiento	Una vez obtenida la autorización de la planta, se contactará directamente al Informante Clave (Gerente de Planta/Proyecto/Sostenibilidad) para coordinar la hora y el lugar de la aplicación del cuestionario ajustándose a la disponibilidad del informante.
Aplicación del cuestionario	El cuestionario se aplica a la muestra seleccionada y mencionada en la metodología, para esto se asigna un tiempo estimado de una hora, en la que se acercaran a responderla según los participantes tengan la disponibilidad.
Recolección y Análisis Documental	Se solicitará a la Gerencia de Sostenibilidad o de Proyectos el acceso a la documentación relevante (informes de gestión de biomasa, planes de sostenibilidad, indicadores de proyectos de EC). La información se registrará sistemáticamente en la Ficha de Análisis Documental para triangular y complementar los datos obtenidos en el cuestionario.

Nota. Elaboración propia.

### 3.5 Análisis de información

**Tabla 7. Procedimiento de la fase de análisis de la información recolectada**

Procedimiento	Descripción
4.6.3.1. Transcripción y Verificación	Todas las grabaciones de audio serán transcritas de manera literal. El investigador realizará una verificación cruzada de las transcripciones con el audio original y las notas para garantizar la fidelidad de los datos.
4.6.3.2. Cierre de la Muestra	Se realizará la recolección de información y se iniciará el análisis de resultados esto mediante la validación y fiabilidad del instrumento por medio del uso de tablas de frecuencia, para identificar las tendencias y de esta manera llegar a las conclusiones que den respuesta a los objetivos y a la pregunta de investigación.

Nota. Elaboración propia.

#### 3.5.1 Recolección de la información en Google Forms

Proyecto: Implementación de Estrategias de Economía Circular para el aprovechamiento de la biomasa residual en plantas extractoras de palma de aceite del Caribe Colombiano.

### 3.6 Consideraciones éticas

El desarrollo de esta investigación se regirá por los principios éticos fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, la normativa colombiana aplicable y los lineamientos éticos institucionales para la investigación con seres humanos. El compromiso principal es garantizar la dignidad, la integridad y el bienestar de los informantes clave en todo momento.

#### Consentimiento Informado

El principio de autonomía será garantizado mediante la aplicación del Consentimiento Informado.

**Finalidad:** Asegurar que la participación de los informantes clave sea completamente voluntaria y se realice con pleno conocimiento de la naturaleza del estudio, sus objetivos y sus posibles riesgos o beneficios.

**Procedimiento:** Antes de aplicar el cuestionario, se especificará que la información que los participantes brinden corresponde netamente a un estudio académico y sus datos o respuestas no estarán condicionadas a uso comercial.

**Confidencialidad y Anonimato:** La investigación garantiza el estricto manejo de la información bajo los principios de confidencialidad para proteger la identidad de los informantes y las plantas extractoras participantes.

**Protección de la Identidad:** La identidad de los informantes clave y de las plantas extractoras seleccionadas en la muestra no será revelada en los informes, publicaciones o el documento final de la investigación.

**Manejo de la Información:** Para el análisis y la presentación de resultados, se empleará un sistema de codificación o pseudónimos (ej. "Planta A", "Gerente 1") para referenciar las citas textuales o la información específica proveniente de cada caso.

**Custodia de Datos:** Los datos primarios (grabaciones de audio y transcripciones) serán almacenados en archivos digitales protegidos por contraseña y serán accesibles únicamente por el investigador principal y el tutor del proyecto. Estos datos serán destruidos una vez que el proceso de investigación y evaluación haya finalizado.

**Datos Sensibles:** Se tendrá especial cuidado al tratar información relacionada con estrategias comerciales, rentabilidad o datos que puedan considerarse sensibles para la competitividad del sector, asegurando que solo la información relevante para los factores de gestión se extraiga y se presente de forma agregada y anónima.

### **3.6.1 Análisis de consideraciones éticas**

La aplicación de las consideraciones éticas en este proyecto se fundamenta en los lineamientos institucionales de Uniminuto y en los principios universales de la comunidad científica, garantizando el respeto a las organizaciones participantes y a la población objeto de estudio. En primer lugar, se asegura el consentimiento informado, mediante el cual los actores involucrados conocen los objetivos, alcances y posibles impactos de la investigación, aceptando

su participación de manera libre y voluntaria. En segundo lugar, se protege la confidencialidad y anonimato de la información recolectada, evitando cualquier uso indebido de los datos y asegurando que los resultados se presenten de forma agregada y no individualizada. Asimismo, se promueve la no maleficencia y la beneficencia, procurando que la investigación no genere riesgos ni perjuicios para las organizaciones ni para los participantes, y que, por el contrario, aporte beneficios tangibles en términos de sostenibilidad y gestión estratégica. Finalmente, se observa el principio de justicia, garantizando un trato equitativo y respetuoso hacia todos los actores, sin discriminación, y reconociendo el valor de sus aportes en la construcción de conocimiento. De esta manera, las consideraciones éticas se integran como un eje transversal que fortalece la legitimidad del estudio y su contribución al desarrollo responsable del sector palmero en el Caribe colombiano.

## 4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan a continuación siguiendo el orden de los objetivos específicos planteados, con el propósito de ofrecer una visión clara y sistemática de los hallazgos derivados del trabajo de campo. La información expuesta corresponde directamente a los datos recolectados mediante el cuestionario y análisis documental, sin incluir interpretaciones ni conclusiones, de modo que se refleje fielmente la realidad observada en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano. En este apartado se describen las principales alternativas de valorización de la biomasa residual, la evolución histórica y los motivadores estratégicos que han impulsado la transición hacia la economía circular, así como los factores críticos de éxito y los desafíos que enfrentan las organizaciones en la gestión de estos proyectos. Además, se detallan las rutas de implementación identificadas desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, integrando evidencia gráfica y cuantitativa proveniente de las figuras y tablas del estudio. Este enfoque permite comprender cómo las estrategias de economía circular se han materializado en la práctica, aportando insumos valiosos para el análisis posterior y la construcción de propuestas metodológicas adaptadas al contexto regional.

### 4.1 **Caracterización de las estrategias de economía circular implementadas en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano<sup>1</sup>**

El trabajo de campo evidenció que las plantas extractoras han avanzado en la adopción de diversas estrategias de economía circular, aunque con niveles de implementación heterogéneos. La Figura 3 (anexo 2) muestra los tipos de biomasa residual más comunes: raquis, fibra de mesocarpio, cuesco y POME. Estos subproductos constituyen la base de las iniciativas circulares, siendo el raquis y el POME los más utilizados en procesos de compostaje y biodigestión.

El compostaje se consolidó como la práctica más extendida, con más del 70% de las plantas encuestadas reportando su uso. Según un participante: “El compostaje nos permite

---

<sup>1</sup> Las figuras y tablas que se mencionan en esta sección se encuentran en el documento de resultados que se ubica en el apartado de anexos.

reducir costos en fertilizantes y mejorar la calidad del suelo” (Cuestionario, Planta A). La Figura 4 (anexo 2) confirma que el manejo de la biomasa residual se orienta principalmente hacia compostaje y uso energético básico.

La producción de biogás a partir del POME se encuentra en fase piloto en varias plantas. La evidencia recogida indica que los biodigestores han permitido reducir la carga orgánica de los efluentes y generar energía eléctrica para autoconsumo. Un gerente afirmó: “El biodigestor nos ha permitido disminuir la factura energética en un 15% y cumplir con la normativa de vertimientos” (Respuesta, Planta B).

El cusco y la fibra de mesocarpio se utilizan como combustibles en calderas internas, aunque algunas plantas han explorado su peletización para mejorar eficiencia logística. La Figura 7 (anexo 2) muestra que estas prácticas son comunes, aunque aún limitadas en escala.

En menor medida, se reportaron iniciativas de biofertilizantes líquidos, carbón activado y bioetanol, reflejando una transición gradual hacia modelos de economía circular con valor agregado.

#### **4.2 Análisis de la gestión de las estrategias de economía circular desde el enfoque de gerencia de proyectos**

La gestión de las estrategias circulares se analizó considerando las fases de planificación, ejecución, seguimiento y control.

Planificación: La Tabla 1 y 2 (anexo 2) muestran los criterios de inclusión y exclusión aplicados para seleccionar la población objeto de estudio. Los resultados evidencian que las plantas con planificación más rigurosa lograron definir con claridad la línea base de biomasa residual y establecer objetivos medibles. Uno de los encuestados señaló: “La planificación inicial fue clave; sin caracterizar la biomasa no se puede definir la tecnología adecuada” (cuestionario, Planta C).

Ejecución: La Figura 8 (anexo 2) evidencia que el compromiso de la alta gerencia y la disponibilidad de recursos financieros fueron factores decisivos en la ejecución de proyectos circulares. Las plantas que contaron con apoyo institucional lograron implementar biodigestores y sistemas de compostaje tecnificado. Sin embargo, la Figura 9 muestra que las dificultades más

recurrentes fueron los altos costos de inversión y los problemas logísticos derivados de la humedad de la biomasa.

Seguimiento: Los cuestionarios revelaron que el seguimiento se realiza principalmente mediante indicadores de reducción de costos y cumplimiento normativo. Un participante afirmó: “Medimos el éxito del proyecto por la disminución en la compra de fertilizantes químicos y por la reducción de sanciones ambientales” (Cuestionario, Planta D) (anexo 2).

### **4.3 Influencia de la implementación de estrategias de economía circular en el desempeño económico, ambiental y operativo**

Los hallazgos evidencian que la implementación de estrategias circulares ha tenido un impacto significativo en el desempeño de las plantas extractoras.

Desempeño económico: La Figura 5 (anexo 2) muestra que la reducción de costos es uno de los principales motivadores de la circularidad. Los encuestados señalaron que el compostaje ha permitido disminuir la compra de fertilizantes químicos en un 20–30%, mientras que el biogás ha reducido costos energéticos en un 10–15%. Un gerente afirmó: “El proyecto de biogás no solo nos permitió cumplir con la normativa, sino también generar un nuevo flujo de ingresos” (Cuestionario, Planta E) (anexo 2).

Desempeño ambiental: La implementación de biodigestores y compostaje ha contribuido a la reducción de emisiones de metano y a la disminución de la contaminación hídrica. La Figura 10 evidencia que las plantas que adoptaron estas estrategias lograron reducir su huella de carbono y mejorar la calidad de los vertimientos. Un participante señaló: “El impacto ambiental se redujo notablemente; antes teníamos problemas de olores y sanciones, ahora cumplimos con la normativa” (Cuestionario, Planta F) (anexo 2).

Desempeño operativo: La adopción de prácticas circulares ha mejorado la eficiencia en el manejo de residuos y ha generado nuevas cadenas de valor. Sin embargo, persisten desafíos logísticos, como la alta humedad del raquis y la necesidad de tecnologías de pretratamiento. La Figura 9 confirma que los problemas operativos más recurrentes son el almacenamiento y transporte de biomasa.

En síntesis, los resultados muestran que la economía circular ha fortalecido la sostenibilidad económica, ambiental y operativa de las plantas extractoras, aunque aún enfrenta barreras financieras y tecnológicas que limitan su plena consolidación.

#### **4.4 Propuesta: Guía metodológica bajo el enfoque de gerencia de proyectos para la gestión de economía circular en extractoras.**

La presente propuesta se estructura como un modelo de gestión integral diseñado para transformar la biomasa residual de las plantas extractoras en activos estratégicos. La estrategia no solo aborda el componente técnico de la transformación de residuos, sino que aplica los estándares internacionales de la gerencia de proyectos para asegurar que la inversión sea rentable, escalable y sostenible en el tiempo. El enfoque metodológico se divide en cinco fases críticas que cubren desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación del impacto ambiental y económico.

En las primeras etapas, el enfoque se centra en la reducción de la incertidumbre. Mediante la Fase I: Diagnóstico Integral, se establece una línea base técnica donde el balance de masas permite cuantificar el potencial real de los subproductos (tusa, fibra y efluentes). Seguidamente, la Fase II: Vigilancia y Factibilidad actúa como un filtro de viabilidad, donde se selecciona la tecnología más apta (compostaje, biogás o peletización) no solo por su eficiencia, sino por su alineación con los beneficios tributarios vigentes en Colombia, como la Ley 1715 de 2014.

Posteriormente, la propuesta transita hacia la Fase III: Planificación e Inversión, donde se formaliza el Caso de Negocio. En este punto, la gerencia de proyectos utiliza herramientas como la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para organizar el alcance y definir la rentabilidad mediante el análisis de costos evitados. Finalmente, las fases de Ejecución (IV) y Cierre (V) garantizan que la planta opere bajo estándares de calidad y que los beneficios ambientales, como la reducción de la huella de carbono, sean verificables para la obtención de certificaciones internacionales.

**Tabla 8 Matriz Muestra de Implementación Metodológica**

<b>Fase</b>	<b>Sub-etapa</b>	<b>Actividades Técnicas Específicas</b>	<b>Herramientas d Gestión de Proyectos</b>	<b>Resultado / Entregable</b>
<b>I. Diagnóstico y Línea Base</b>	Caracterización	Auditoría de procesamiento, cálculo de tasa de extracción y picos de producción.	Diagrama de Recorrido y Análisis de Capacidad.	Perfil Operativo de la Planta.
	Inventario	Balance de masas (Masa RFF = Aceite + Residuos), análisis proximal y relación C/N.	Plan de Gestión de Datos (Báscula y Laboratorio).	Balance de Masas Detallado.
	Formalización	Mapeo de quienes proveen y aprueban la información técnica.	Matriz de Interesados (Stakeholders).	Análisis de Brechas Técnicas.
<b>II. Vigilancia y Factibilidad</b>	Benchmarking	Comparación de tecnologías (Compostaje vs. Biogás) según madurez técnica.	Matriz de Selección Multicriterio.	Selección de la Alternativa Óptima.
	Mercado	Análisis de ahorro por sustitución de NPK y mapeo de clientes regionales.	Estudio de Mercado y Demanda.	Modelo de Negocio Circular.

	Normativa	Aplicación de beneficios de la Ley 1715 y descuentos del Art. 255 (Estatuto Tributario).	Análisis PESTEL (Legal y Económico).	Plan de Incentivos Tributarios.
<b>III. Planificación e Inversión</b>	Estimación	Cálculo de inversión inicial (CAPEX) y costos de operación y mantenimiento (OPEX).	Estimación Ascendente (Bottom-up).	Presupuesto Base del Proyecto.
	Viabilidad	Cálculo de VPN y TIR incluyendo costos evitados y bonos de carbono.	Análisis de Sensibilidad (Variación de TRM).	Caso de Negocio (Business Case).
	Estructura	Desglose del proyecto en 4 niveles (Gestión, Ingeniería, Compras, Montaje).	EDT (Estructura de Desglose de Trabajo).	Diccionario de la EDT.
<b>IV. Ejecución y Control</b>	Adquisiciones	Homologación de proveedores especialistas y gestión de contratos de precio fijo.	Plan de Gestión de Adquisiciones.	Contratos y Órdenes de Compra.
	Calidad	Monitoreo de temperatura (55°C-65°C), humedad y pureza de biogás.	Puntos de Inspección y NTC 5167.	Registro de Calidad de Subproductos.

	Riesgos	Control de lixiviados por lluvias en el Caribe y seguridad industrial.	Matriz de Riesgos y Curva S.	Reportes de Desempeño (SPI/CPI).
<b>V. Evaluación y Cierre</b>	Impacto	Medición de tasa de desviación de residuos y huella de carbono (CO2 evitado).	Tablero de KPIs de Sostenibilidad.	Informe de Impacto Ambiental.
	Transferencia	Entrega de manuales, planos y capacitación a operarios.	Acta de Aceptación Final.	Protocolo de Entrega a Operaciones.
	Conocimiento	Identificación de fallas logísticas y éxitos en la comunicación con agricultores.	Matriz de Lecciones Aprendidas.	Activos de los Procesos de la Organización.

Nota. Elaboración propia. La tabla detalla la hoja de ruta propuesta, vinculando cada actividad técnica con su respectiva herramienta de gestión y el entregable que garantiza el avance del proyecto.

La implementación de esta guía bajo el rigor de la Gerencia de Proyectos permite a las plantas extractoras pasar de una gestión reactiva de residuos a una proactiva de recursos. Al utilizar herramientas como la EDT y los indicadores de desempeño (KPIs), la organización asegura un control estricto sobre el presupuesto y los tiempos de entrega, mitigando los riesgos climáticos propios de la región Caribe. Este modelo no solo garantiza la recuperación de la inversión mediante la sustitución de fertilizantes sintéticos, sino que posiciona a la extractora como un referente en sostenibilidad certificada y eficiencia operativa.

## 5 DISCUSIÓN

La presente investigación permitió evaluar la implementación de estrategias de economía circular en plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano desde el enfoque de la gerencia de proyectos. Los resultados obtenidos se contrastan aquí con la revisión de la literatura, destacando coincidencias, divergencias y aportes novedosos al campo de estudio. Asimismo, se reflexiona sobre el impacto de los hallazgos y se plantean nuevas líneas de investigación que emergen del proceso.

Los resultados mostraron que las plantas extractoras han adoptado principalmente estrategias de compostaje, biodigestión de POME para biogás y uso energético del cuesco y la fibra. Estas prácticas coinciden con lo reportado en estudios internacionales, especialmente en Malasia e Indonesia, donde el compostaje y la cogeneración a partir de biomasa son las alternativas más difundidas (Chong et al., 2021). Sin embargo, la literatura señala que en dichos países la escala de implementación es mayor y más tecnificada, mientras que en el Caribe colombiano se observa una transición fragmentada y con limitaciones logísticas.

La revisión de antecedentes nacionales (Galindo & Romero, 2012; Fedepalma & Cenipalma, 2015) ya había documentado experiencias piloto de compostaje y biogás en regiones como Meta y Santander. Los resultados de esta investigación confirman que dichas estrategias también se han introducido en el Caribe, aunque con menor grado de consolidación. El aporte novedoso radica en la caracterización cualitativa de las prácticas locales y en la identificación de barreras específicas de la región, como la alta humedad del raquis y la falta de tecnologías de pretratamiento.

El análisis de la gestión de las estrategias circulares desde la gerencia de proyectos evidenció que las fases de planificación, ejecución, seguimiento y control se aplican de manera desigual. La planificación inicial, basada en la caracterización de la biomasa, se identificó como un factor crítico de éxito, lo cual coincide con lo señalado por Albarracín (2019) y Cruz Montero et al. (2020), quienes destacan la importancia de definir una línea base clara para reducir incertidumbre.

En la fase de ejecución, los resultados mostraron que el compromiso de la alta gerencia y la disponibilidad de recursos financieros son determinantes. Este hallazgo se alinea con la literatura sobre gestión estratégica de la innovación, que enfatiza el liderazgo y la gobernanza

como condiciones necesarias para la implementación de proyectos complejos (Wallace, 2014; Rao, 1990). Sin embargo, la investigación aporta evidencia empírica sobre cómo estas variables se manifiestan en el contexto caribeño, donde la falta de consenso entre asesores y gerencias locales ha generado retrasos y sobrecostos.

El seguimiento y control se realizan principalmente mediante indicadores económicos (reducción de costos) y ambientales (cumplimiento normativo). Este enfoque refleja una visión pragmática, pero limitada, en comparación con los modelos internacionales que integran indicadores de circularidad más amplios, como la retención de valor y la resiliencia sistémica (Kirchherr et al., 2017). El contraste evidencia la necesidad de fortalecer la cultura de evaluación integral en las plantas extractoras de la región.

Los resultados confirmaron que la implementación de estrategias circulares ha tenido un impacto positivo en el desempeño económico, ambiental y operativo de las plantas. Económicamente, se reportó una reducción de costos en fertilizantes y energía, lo cual coincide con estudios previos que destacan la circularidad como fuente de eficiencia y competitividad (Carvalho & Rabechini, 2019). Ambientalmente, se evidenció una disminución de emisiones de metano y de la contaminación hídrica, en línea con Ahmad et al. (2020), quienes documentan los beneficios de la biodigestión de POME. Operativamente, se mejoró la gestión de residuos y se generaron nuevas cadenas de valor, aunque persisten desafíos logísticos.

El contraste con la literatura internacional muestra que, si bien los impactos son similares, la magnitud es menor en el Caribe colombiano debido a las limitaciones tecnológicas y financieras. Este hallazgo aporta una perspectiva contextualizada que permite comprender las diferencias regionales y la necesidad de adaptar las estrategias a las condiciones locales.

Los resultados obtenidos tienen un impacto significativo en el campo de estudio de la economía circular aplicada al sector palmero. En primer lugar, aportan evidencia empírica sobre la implementación de estrategias en una región poco estudiada, llenando un vacío identificado en la revisión bibliográfica. En segundo lugar, integran la perspectiva de la gerencia de proyectos, lo cual enriquece el análisis al considerar no solo la viabilidad técnica, sino también los factores de gestión que determinan el éxito. En tercer lugar, ofrecen un marco de referencia para tomadores de decisiones, al sistematizar experiencias locales y señalar barreras específicas.

Este impacto se traduce en una contribución académica y práctica: académicamente, se fortalece la comprensión de la circularidad en contextos agroindustriales; prácticamente, se

proporciona a las plantas extractoras de insumos para mejorar su gestión y avanzar hacia modelos más sostenibles.

En síntesis, los resultados obtenidos se alinean en gran medida con la literatura internacional y nacional, pero aportan una perspectiva novedosa al contextualizar la economía circular en el Caribe colombiano desde la gerencia de proyectos. El impacto de la investigación se refleja en la generación de conocimiento aplicado y en la identificación de nuevas líneas de estudio que pueden fortalecer la transición hacia modelos agroindustriales más sostenibles y competitivos.

## 6 CONCLUSIONES

En general, la investigación demuestra que la implementación de estrategias de economía circular en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano, bajo el enfoque de la gerencia de proyectos, influye de manera directa y positiva en su desempeño económico, ambiental y operativo. La caracterización de las prácticas, el análisis de la gestión y la evaluación de impactos confirman que la circularidad es un camino estratégico para transformar la biomasa residual en un activo de valor, reducir riesgos ambientales y fortalecer la competitividad del sector. Al mismo tiempo, se identificaron barreras financieras, tecnológicas y culturales que requieren ser abordadas mediante nuevas investigaciones, políticas públicas y modelos de financiación innovadores. De este modo, el estudio aporta una base sólida de conocimiento para la toma de decisiones estratégicas, consolidando la economía circular como eje de sostenibilidad y desarrollo regional.

El análisis realizado en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano permitió identificar que las estrategias de economía circular más implementadas son el compostaje del raquis, la biodigestión del POME y el aprovechamiento energético del cuesco. Estas prácticas han demostrado ser efectivas en la reducción de impactos ambientales, particularmente en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y en la mitigación de la contaminación hídrica, además de generar beneficios económicos asociados a la reducción de costos de disposición y a la obtención de subproductos útiles como biofertilizantes y energía térmica. Sin embargo, la caracterización también evidenció que estas iniciativas se concentran en soluciones básicas y tradicionales, lo que limita la capacidad de las plantas para diversificar sus cadenas de valor y aprovechar plenamente el potencial de la biomasa residual.

La investigación mostró que existe una brecha tecnológica marcada por la ausencia de proyectos orientados a la producción de biocarbón, bioetanol, pellets o carbón activado, tecnologías que ya han sido probadas en otros países productores y que podrían incrementar la competitividad del sector en mercados internacionales. Asimismo, se identificó una brecha de innovación, dado que la mayoría de las plantas no han incorporado procesos de investigación y desarrollo que permitan adaptar las tecnologías de aprovechamiento a las condiciones logísticas y climáticas específicas del Caribe colombiano.

Otra brecha relevante es la de diversificación económica, pues las plantas continúan dependiendo de un número reducido de estrategias circulares, lo que restringe la generación de nuevas fuentes de ingreso y la creación de cadenas de valor más amplias vinculadas a la bioenergía y la biotecnología. Finalmente, se evidenció una brecha de integración sectorial, ya que las iniciativas de economía circular se desarrollan de manera aislada, sin articulación entre empresas, instituciones académicas y entes gubernamentales, lo que limita la posibilidad de escalar los proyectos y consolidar un modelo regional de sostenibilidad.

Aunque las estrategias de compostaje, biodigestión y uso energético del cuesco han generado impactos positivos y representan un avance en la transición hacia la economía circular, su alcance sigue siendo limitado. Para consolidar un modelo integral, las plantas extractoras deben superar las brechas identificadas: (1) tecnológica, (2) de innovación, (3) de diversificación económica y (4) de integración sectorial. Solo así será posible transformar la biomasa residual en un activo estratégico que fortalezca la competitividad, reduzca los impactos ambientales y contribuya al desarrollo sostenible del Caribe colombiano.

El análisis de la gestión de las estrategias de economía circular en las plantas extractoras del Caribe colombiano evidenció que el compromiso gerencial y la disponibilidad de recursos constituyen factores críticos de éxito. La investigación mostró que aquellas empresas con liderazgo directivo claro y con asignación de presupuesto específico lograron avanzar en la implementación de proyectos de compostaje y biodigestión, mientras que las plantas con menor respaldo gerencial enfrentaron retrasos y dificultades para sostener las iniciativas. Este hallazgo confirma que la gerencia de proyectos no solo debe enfocarse en la planificación técnica, sino también en la construcción de una visión estratégica compartida que garantice continuidad y legitimidad interna.

Las fases de planificación y ejecución se han desarrollado con relativa eficacia, pues la mayoría de las plantas lograron estructurar cronogramas y asignar responsabilidades. Sin embargo, se identificaron debilidades significativas en el seguimiento y control de indicadores de desempeño, lo que dificulta medir con precisión los beneficios económicos, ambientales y sociales de las estrategias circulares. En muchos casos, los informes de avance se limitan a registros operativos básicos, sin integrar métricas de retorno de inversión, reducción de emisiones o eficiencia energética, lo que limita la capacidad de los gerentes para tomar decisiones basadas en evidencia.

La investigación permitió enumerar tres obstáculos principales que afectan la gestión de proyectos circulares en la región. En primer lugar, el obstáculo metodológico, ya que no existe una estandarización de herramientas de gerencia de proyectos adaptadas al sector palmero, lo que genera heterogeneidad en la forma de planificar y ejecutar las iniciativas. En segundo lugar, el monitoreo, derivada de la escasa integración de indicadores ambientales y financieros en los sistemas de control, lo que impide evaluar de manera integral el impacto de las estrategias. En tercer lugar, la capacitación, pues se evidenció que el personal técnico y administrativo carece de formación suficiente en gestión del cambio cultural y en innovación tecnológica, aspectos fundamentales para consolidar la transición hacia la economía circular.

Estas tres debilidades reflejan que la gestión de proyectos en el sector palmero del Caribe colombiano aún se encuentra en una etapa incipiente, donde las iniciativas dependen más de la voluntad gerencial que de procesos institucionalizados y sistemáticos. Para superar estas limitaciones, es necesario fortalecer la profesionalización de la gerencia de proyectos, incorporar metodologías de evaluación multicriterio y promover programas de formación continua que integren competencias técnicas, financieras y ambientales. Solo de esta manera será posible garantizar que las estrategias de economía circular no se queden en esfuerzos aislados, sino que se conviertan en proyectos sostenibles, replicables y con capacidad de transformar estructuralmente la agroindustria palmera de la región.

La implementación de estrategias de economía circular en las plantas extractoras de palma de aceite del Caribe colombiano ha tenido una influencia positiva en el desempeño económico, ambiental y operativo del sector. Los resultados muestran que aquellas empresas que han avanzado en prácticas como el compostaje del raquis y la biodigestión del POME han logrado disminuir los costos asociados a la disposición de residuos, generando además productos de valor como biofertilizantes y energía eléctrica. Estos beneficios han fortalecido la competitividad de las plantas, permitiéndoles mejorar su licencia social para operar y responder de manera más efectiva a las exigencias de los mercados internacionales que demandan sostenibilidad.

En el plano ambiental, las estrategias circulares han contribuido a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente metano, y a la mitigación de la contaminación hídrica, lo que representa un avance significativo frente a las prácticas tradicionales de disposición. Operativamente, las plantas que han adoptado estas iniciativas

reportan mejoras en la eficiencia de sus procesos, al transformar un problema de residuos en una oportunidad de aprovechamiento energético y productivo. Sin embargo, pese a estos avances, la investigación evidenció que los impactos positivos aún no se consolidan de manera uniforme en toda la región, debido a la persistencia de barreras estructurales. Se identificaron tres debilidades principales que limitan la consolidación de los beneficios. En primer lugar, la financiera, derivada de los altos costos de inversión inicial y de la falta de incentivos económicos que permitan escalar los proyectos. En segundo lugar, la tecnológica, relacionada con la escasa adopción de tecnologías avanzadas de valorización de biomasa, lo que restringe la diversificación de productos y la eficiencia

Finalmente, la implementación de estrategias circulares ha tenido un impacto positivo en el desempeño de las plantas extractoras. Económicamente, se reportó una reducción significativa en costos de fertilizantes y energía, lo que fortalece la competitividad del sector.

Ambientalmente, se evidenció una disminución de emisiones de metano y de la contaminación hídrica, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono y al cumplimiento de normativas ambientales. Operativamente, se mejoró la eficiencia en la gestión de residuos y se generaron nuevas cadenas de valor, aunque persisten desafíos logísticos relacionados con la humedad del raquis y la necesidad de tecnologías de pretratamiento. Estos resultados confirman que la economía circular no solo es viable, sino que constituye un motor de sostenibilidad integral para la agroindustria palmera del Caribe colombiano.

## 7 RECOMENDACIONES

Basado en los hallazgos y la propuesta desarrollada, se sugieren las siguientes acciones:

Diseñar planes de gestión de proyectos con enfoque multicriterio. Se recomienda que las plantas extractoras adopten metodologías de gerencia de proyectos que integren indicadores económicos, ambientales y sociales desde la fase de planificación. Esto permitirá evaluar la viabilidad de las estrategias circulares no solo en términos financieros, sino también en su impacto en la reducción de emisiones y en la eficiencia operativa, garantizando decisiones más informadas y sostenibles.

Implementar sistemas de seguimiento y control con métricas estandarizadas. La investigación evidenció debilidades en el monitoreo de resultados. Por ello, se sugiere establecer sistemas de control que incluyan métricas estandarizadas de retorno de inversión (ROI), reducción de huella de carbono y eficiencia energética. Estos indicadores deben ser revisados periódicamente en los comités de proyecto, asegurando que las estrategias circulares se ajusten a los objetivos planteados y que los beneficios puedan ser medidos con precisión.

Fortalecer la gestión del cambio cultural dentro de los proyectos. La transición hacia la economía circular requiere más que inversión tecnológica: demanda un cambio cultural en las organizaciones. Se recomienda que los proyectos incluyan planes de gestión del cambio que contemplen capacitaciones, talleres de sensibilización y estrategias de comunicación interna. Esto permitirá que el personal técnico y administrativo asuma la circularidad como parte de la cultura organizacional y no como una iniciativa aislada.

Desarrollar modelos financieros adaptados a proyectos circulares. Los altos costos de inversión inicial fueron identificados como una barrera recurrente. Se recomienda que los gerentes de proyectos diseñen esquemas financieros innovadores, como alianzas público-privadas, créditos verdes o incentivos fiscales, que reduzcan la percepción de riesgo y faciliten la adopción de tecnologías de valorización de biomasa. Estos modelos deben ser incorporados en la fase de planificación para garantizar la sostenibilidad económica de los proyectos.

Optimizar la logística de manejo de biomasa mediante proyectos específicos. Las dificultades en transporte y almacenamiento de residuos húmedos representan una limitación

operativa. Se recomienda que los proyectos incluyan fases específicas para el diseño de soluciones logísticas, como sistemas de pretratamiento, secado eficiente y almacenamiento controlado. La gerencia de proyectos debe asegurar que estas soluciones se integren en el cronograma y presupuesto, evitando que los problemas logísticos comprometan la eficiencia y el rendimiento de las tecnologías circulares.

## Referencias

- Agamuthu, P. (2014). Valorization of palm oil mill effluent (POME) for sustainable production of energy and other valuable products: A review. *Energy Conversion and Management*, 84, 141-152.
- Agouida, S., Chegri, B. E., & El Menzhi, K. (2019). Project Management in the Public Sector: A Theoretical Approach. *IOSR Journal of Business and Management*, 21(4), 1–10.
- Ahmad, A., Ghani, W. A. W. A. K., & Ali, M. (2020). Environmental impacts of palm oil mill effluent treatment: A review. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122–132.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122> (doi.org in Bing)
- Ahmad, S., Ahmad, M. T., & Arshad, N. (2020). Assessment of bioconversion technologies for the utilization of empty fruit bunches (EFB) from palm oil mills. *Waste Management*, 105, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.11.034>
- Ahmad, S., Ahmad, M. T., & Arshad, N. (2020). *Environmental Challenges in Palm Oil Industry: Sustainable Solutions*. Springer Nature.
- Ahmad, S., Ahmad, M. T., & Arshad, N. (2020). *Environmental Challenges in Palm Oil Industry: Sustainable Solutions*. Springer Nature.
- Albarracín Valbuena, L. G. (2019). Diseño de una guía de gerencia de proyectos bajo el marco de referencia del PMI para GAVAG Arquitectos Ltda. Universidad de La Salle. Recuperado de [https://ciencia.lasalle.edu.co/maest\\_ingenieria/29](https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ingenieria/29) (ciencia.lasalle.edu.co in Bing)
- Carvalho, M. M., & Rabechini, R. (2019). Can project sustainability management impact project success? An empirical study applying a contingent approach. *International Journal of Project Management*, 37(7), 961–979. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.07.010> (doi.org in Bing)

- Castañeda, T. G., & Romero, H. M. (2012). Compostaje de subproductos de la agroindustria de palma de aceite en Colombia: estado del arte y perspectivas de investigación. *Boletines técnicos*, (31). Recuperado de: <https://share.google/bWx6y5ETvzLDQ9G1E>
- Chong, C. C., Yusof, N., & Tan, Y. H. (2021). Biomass utilization in palm oil industry: A circular economy perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110–124. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110124> (doi.org in Bing)
- Chong, R., et al. (2017). An overview of the valorization of oil palm biomass for the production of bio-based chemicals and biopolymers. *Bioresource Technology*, 226, 33-46.
- Chong, Y. H., Lam, M. K., & Lee, K. T. (2021). Optimization of bioethanol production from oil palm empty fruit bunches using response surface methodology. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124357.
- Congreso de Colombia. (13 de mayo de 2014). Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. *Diario Oficial No. 49.150*.
- Cruz Montero, J. M., Guevara Gómez, H. E., Flores Arocutipá, J. P., & Ledesma Cuadros, M. J. (2020). Áreas de conocimiento y fases clave en la gestión de proyectos: consideraciones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(90), 1–20. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29063559017>
- Dama Academic Scholarly Scientific Research Society. (2019). Project Management Methods, Methodologies, and Frameworks: An Exploration. *Project Management Scientific Journal*, 9(2), 1–9. <https://doi.org/10.15373/22501991>
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone Publishing.

Ellen MacArthur Foundation. (2019). Artificial intelligence and the circular economy: Charting the path to a regenerative economy.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2023). Estadísticas de Producción Agrícola.

Fedepalma. (2022). Anuario Estadístico: La Agroindustria de la Palma de Aceite en Colombia y el Mundo. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

Fedepalma. (2023). Guía para el manejo de subproductos en la agroindustria de la palma de aceite. Bogotá: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

Fedepalma. (2023). Informe anual de sostenibilidad del sector palmero colombiano. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite – Fedepalma. (2024, mayo 9).

Principales resultados en sostenibilidad del sector palmero colombiano 2023. Repositorio Fedepalma. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/142878>

Foo, D., et al. (2018). An integrated life cycle assessment of palm oil mill effluent (POME) treatment technologies for energy recovery and environmental impact reduction. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4075-4085.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>

Habib, T., et al. (2020). Assessment of bioconversion technologies for the utilization of empty fruit bunches (EFB) from palm oil mills. *Waste Management*, 105, 1-12.

- Kee, C. H., Tuan Abdullah, T. A., & Zakaria, M. R. (2018). Oil palm biomass for sustainable energy: Current practices and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 363-376.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005> (doi.org in Bing)
- Lam, M. K., et al. (2015). A review of the feasibility of bio-oil production from empty fruit bunches (EFB) of oil palm. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1083-1094.
- Mahecha Neira, J. A. (2024). Impacto ambiental asociado a cultivo de palma, extracción de aceite de palma y producción de biodiesel. *Gestión y Ambiente*, 26(1). <https://doi.org/10.15446/ga.v26n1.107884>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)*. Gobierno de Colombia.
- Project Management Institute (PMI). (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (7th ed.)*. PMI.
- Rahman, M. A., et al. (2019). Sustainable management of palm oil mill waste (POMW) in Malaysia: An integrated approach for biogas production and biofertilizer recovery. *Journal of Environmental Management*, 241, 124-135.
- Rodríguez-Valero, D., Salazar, J., & Sarmiento, L. (2021). Barriers and opportunities for circular economy in agro-industrial projects in Colombia. *Journal of Environmental Management*, 290, 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112118> (doi.org in Bing)
- Rodríguez-Valero, J. D., Hernández-Pérez, A. F., & González-Delgado, Á. D. (2021). Valorization of oil palm empty fruit bunches in Colombia: A review. *Waste Management*, 124, 1-12.
- RSPO. (2018). *Principios y Criterios para la Producción de Aceite de Palma Sostenible*. Round Table on Sustainable Palm Oil.

Salazar, J., & Sarmiento, L. (2019). Economía circular en la agroindustria palmera: retos y oportunidades. *Revista de Estudios Ambientales*, 45(2), 67–85.

Salazar, L. M., & Sarmiento, D. (2019). Gestión de residuos agroindustriales de la palma de aceite: una revisión de literatura. *Revista Luna Azul*, 48, 204-222.

Sociedad de Agricultores de Colombia – SAC. (2024, octubre). Palma de aceite colombiana: Sostenible e innovadora en conservación y desarrollo social. *Revista Nacional de Agricultura*, (1052).

Torres, R., Acosta, Á., & Chinchilla, C. (2004). Proyecto comercial de compostaje de los desechos agroindustriales de la palma aceitera. *Palmas*, 25(especial,), 377-387.  
Recuperado de: <https://share.google/vkwbJz7CEMRSwGYYJ>


Wallace, S. (2014). *The Practice of Project Management: A Guide to the Business-Focused Approach*. Kogan Page Publishers.


## Anexos

### Anexo 1. Preguntas realizadas en el cuestionario

#### CUESTIONARIO MANEJO DE BIOMASA RESIDUAL EN EL CARIBE COLOMBIANO

Implementación de estrategias de economía circular para el aprovechamiento de la biomasa residual en plantas extractoras de palma de aceite del Caribe Colombiano.

jerrika.aguilar@gmail.com [Cambiar cuenta](#) 

 No compartido

\* Indica que la pregunta es obligatoria

Nombre de la Entidad y/o Empresa

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa en la empresa \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Años de experiencia en el sector palmero

- 1 a 5 años
- 6 a 10 años
- 11 a 15 años
- más de 15 años

---

Departamento donde se ubica la planta extractora

Tu respuesta \_\_\_\_\_

---

¿Qué tipos de biomasa residual se genera en su planta extractora? (puede seleccionar varias)

- Raquis o racimos vacíos
- Fibra de mesocarpio
- Cuesco
- POME (efluente líquido)
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Cuál es el principal uso o manejo que se le da actualmente a la biomasa residual?

- generación de energía
- Producción de compost o biofertilizantes
- Producción de biogás
- Disposición en campo
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Qué factores motivaron la implementación de estrategias e aprovechamiento de biomasa en la empresa? si es otro, explique cual

- Cumplimiento de regulaciones ambientales
- Certificaciones de sostenibilidad (RSPO u otras)
- Reducción de costos operativos
- Generación de nuevos ingresos
- Responsabilidad ambiental empresarial
- Otros: \_\_\_\_\_

Desde su perspectiva, la economía circular en el sector palmero representa principalmente:

- Una obligación ambiental
- Una oportunidad de negocio
- Ambas
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de estrategias de aprovechamiento de biomasa se ha implementado en la planta?

- Producción de biogás
- Compostaje
- Generación de biofertilizantes
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Se presentaron dificultades relacionadas con el manejo de la biomasa (transporte, almacenamiento, humedad, etc.)

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Desde su perspectiva, la economía circular en el sector palmero representa principalmente:

- Una obligación ambiental
- Una oportunidad de negocio
- Ambas
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de estrategias de aprovechamiento de biomasa se ha implementado en la planta?

- Producción de biogás
- Compostaje
- Generación de biofertilizantes
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Se presentaron dificultades relacionadas con el manejo de la biomasa (transporte, almacenamiento, humedad, etc.)

Tu respuesta \_\_\_\_\_

¿Cómo se superaron estos desafíos dentro de la empresa?

Tu respuesta \_\_\_\_\_

¿Cuáles considera que se han sido los factores clave para el éxito de la implementación del proyecto?

- Apoyo de la alta gerencia
- Disponibilidad de recursos financieros
- Conocimiento técnico
- Cumplimiento de normas ambientales
- Trabajo en equipo
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Que tipo de dificultades se presentaron durante la implementación de la estrategia?

- Costos de inversión elevados
- Limitaciones tecnológicas
- Problemas logísticos con la biomasa
- Falta de conocimiento técnico
- Regulaciones ambientales
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Qué impactos ha generado la implementación de estas estrategias en la empresa?

- Reducción de residuos
- Generación de energía renovable
- Reducción de costos
- Mejora de la sostenibilidad ambiental
- Generación de nuevos productos
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Considera que el aprovechamiento de biomasa tiene potencial de crecimiento en el sector palmero del Caribe Colombiano? Si o No, explique su respuesta

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Desde su experiencia, ¿Cuáles han sido los factores más importantes que permitieron que el proyecto se implementara con éxito?

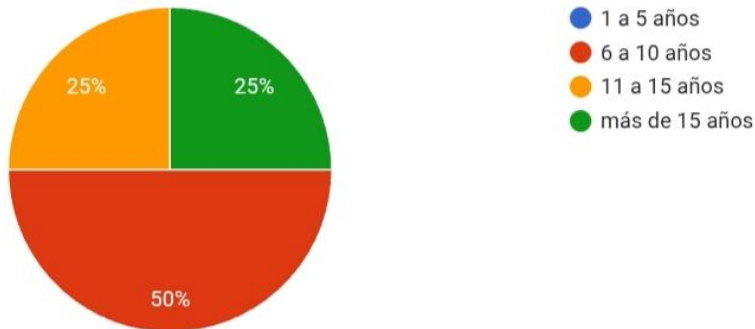
Tu respuesta \_\_\_\_\_

Desde su experiencia, ¿qué recomendaciones daría a otras plantas extractoras para implementar estrategias de economía circular en el aprovechamiento de biomasa?

Tu respuesta \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Resultados del cuestionario

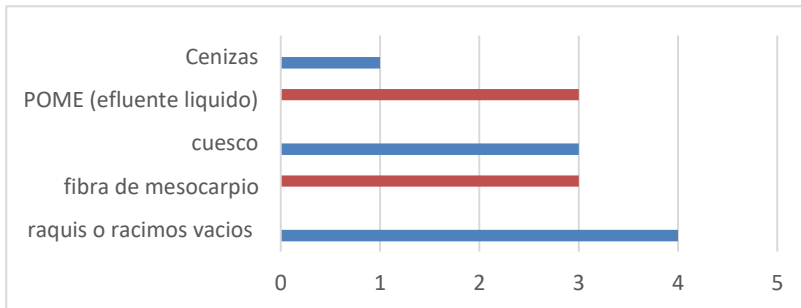
### 1. años de experiencia



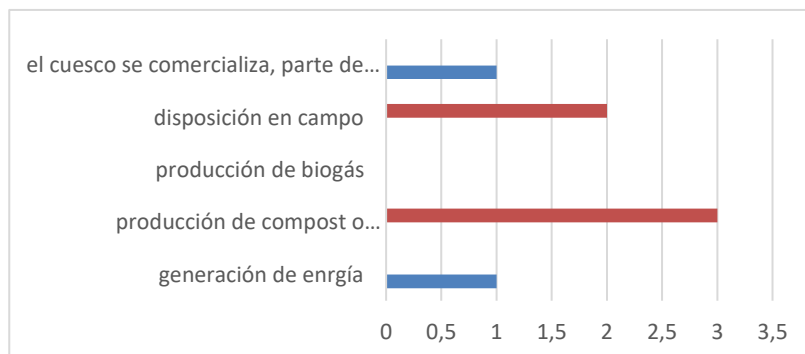
### 2. Departamento donde se ubica la planta extractora



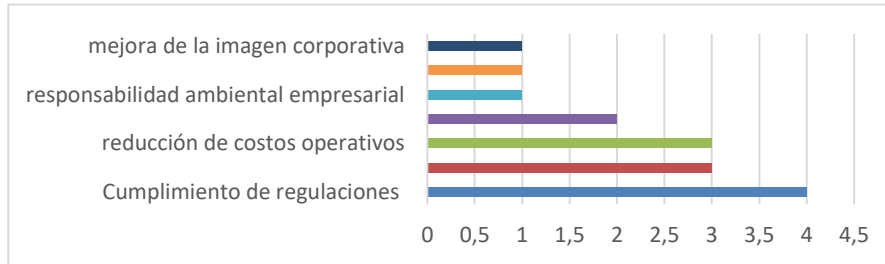
### 3. Tipos de biomazas residuales



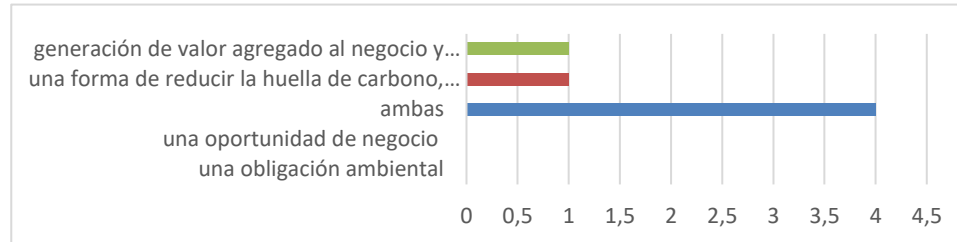
### 4. Manejo de la biomasa residual



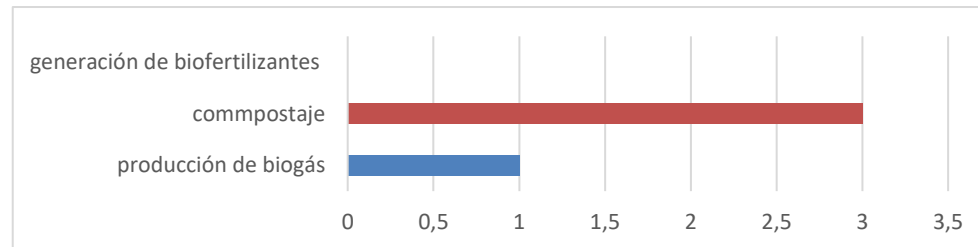
5. Factores que motivan estrategias del aprovechamiento de biomasa



6. Representación en el sector palmero con relación a la economía circular



7. Tipos de aprovechamiento



8. Dificultades relacionadas con el manejo de la biomasa

El almacenamiento es complejo dado el riesgo de propagación de incendios, así como la generación de lixiviados que pueden contaminar el suelo y cuerpos de agua.
Si
1. Almacenamiento de los excedentes a la intemperie, generando potenciales riesgos ambientales en épocas de verano e invierno.
2. Capacidad de recepción y procesamiento limitada de la Planta de Compostaje.
Si, problema de almacenamiento

### 9. Cómo se superaron estos desafíos dentro de la empresa

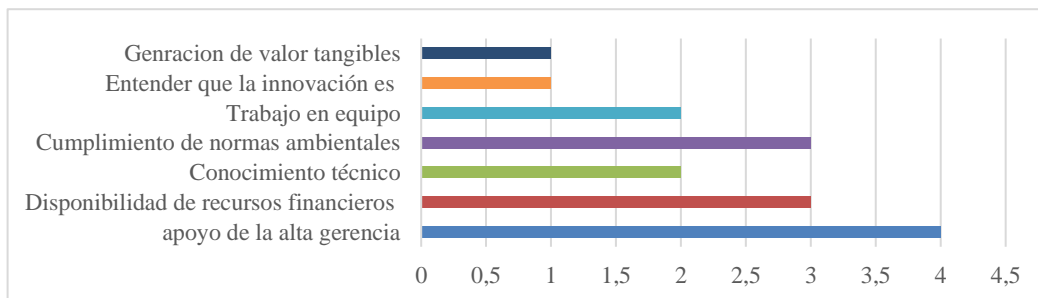
A través de la gestión eficiente del proceso de compostaje, garantizando que los tiempos de maduración sean razonables con la capacidad de procesamiento de fruta para no generar alto inventario en almacenamiento de raquis. Así mismo, se realizan riesgos periódicos para controlar la formación de puntos calientes en los cúmulos de biomasa que materialicen en incendios.

Pelletizacion y secado industrial

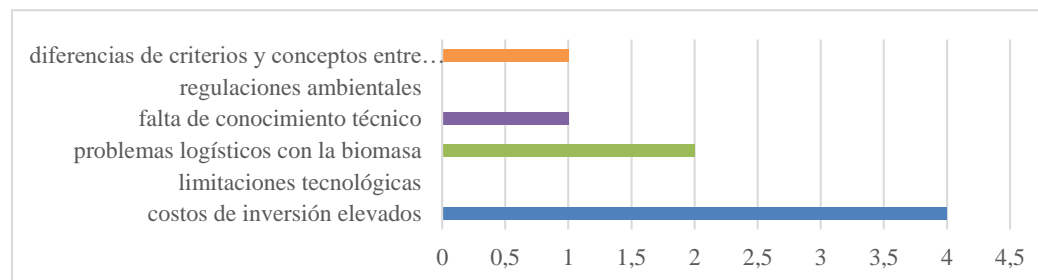
Ampliando la capacidad de producción y mejorando la logística de evacuación de los desechos

La empresa adquirió un lote, cuyos límites no estuvieran cerca de afluentes de agua, se instaló una infraestructura y se construyó una planta de compostaje, el almacenamiento se realizó en los túneles de la planta y por las propiedades nutritivas de la biomasa se inició entregando este producto a los socios que tenían plantaciones en la compañía, de esta forma mejoramos los cultivos de palma y logramos eliminar el costo por evacuación de desechos.

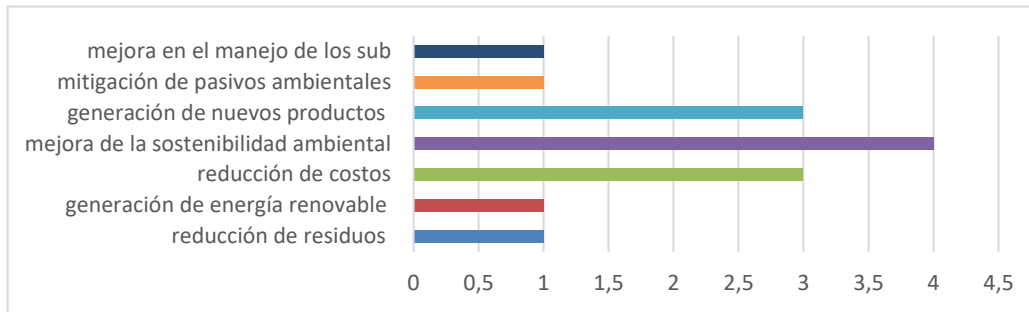
### 10. Factores claves en el éxito de la implementación del proyecto



### 11. Dificultades durante la implementación de la estrategia



## 12. Impacto de la implementación de la estrategia



## 13. El aprovechamiento de biomasa tiene potencial de crecimiento en el sector palmero del Caribe colombiano

Claro que sí, no solo para generar productos primarios como el compost, biogás o recuperar aceite POME, sino para generar moléculas plataforma, resultando casos exitosos con biomasa estacionales como lo ha sido la Empresa GF BloChemicals (producción de ácido levulínico y derivados de este, a partir de biomasa residual de cultivos no perennes). La cadena productiva de la palma tiene un gran potencial no solo atribuible al notable volumen de producción, sino a que la biomasa se produce durante todo el año, y hasta en los ciclos de renovación donde el estípote de la Palma también es aprovechable.

La biomasa tiene potencial de ser tanto o más rentable como Unidad Estratégico de Negocio que la misma comercialización del aceite, dado que este último absorbería el costo de adquisición de la materia prima, contribuyendo a la competitividad de la cadena de valor de la Palma de aceite a través de la reducción del costo unitario de procesamiento de cada tonelada de fruta fresca, el desarrollo de nuevos productos y la exploración de mercados emergentes, generando productos especializados en paralelo con el tradicional negocio commodity.

Si por que les permite a las extractoras generar nuevos ingresos y disminuir los costos de residuos.

Si. Las extractoras están buscando otras alternativas de negocio sostenibles, que les permitan diversificar sus ingresos e ingresar en nuevos mercados verdes que requieren productos y procesos con una menor

14. Factores más importantes que permitieron que el proyecto se implementara con éxito

La valoración asertiva de la relación costo beneficio, evaluando no solamente el retorno de la inversión, sino la mitigación y control de riesgos asociados a la gestión ambiental.
Apoyo de la alta gerencia a promover la diversificación del modelo de negocio a través de la economía circular, apostando a la inversión de la compostera
El aprovechamiento de residuos
1.Necesidad de solucionar una problemática ambiental. 2.Buscar generar un mayor valor al negocio 3.El aumento en los últimos años de nuevas certificaciones y requerimientos de clientes. 4.La nueva visión estratégica de la compañía, donde la economía circular es un pilar clave para alcanzar la visión propuesta.
La normatividad de la RSPO, la reducción de costos y la generación de nuevos ingresos.

15. Recomendaciones a otras plantas extractoras para implementar estrategias de economía circular en el aprovechamiento de biomasa

Negocio a través del aprovechamiento de la biomasa, con el propósito de evaluar criterios de priorización basados en: incertidumbre tecnológica, propiedad intelectual, costo de capital, alcance de mercado y de clientes, cadena de suministro y rentabilidad, para integrarlo al direccionamiento estratégico de la compañía.
Les recomendaría un modelo de cero residuos donde cada subproducto se convierta en una nueva fuente de ingresos o ahorro operativo
1.Sensibilizar a la Alta Gerencia sobre la necesidad de apostar por estos proyectos como una oportunidad de generar valor.  2.Construir una nueva visión de la compañía donde se incluya la economía circular como eje principal de los objetivos estratégicos

3. Continuar con Certificaciones que promuevan prácticas sostenibles.

4. Buscar aliados inversionistas que quieran invertir en este tipo de proyectos para apalancar la inversión de los proyectos de economía circular y manejar esquemas tipo BOT o PPA.

Que encuentren un uso adecuado para sus desechos teniendo en cuenta que los residuos de las plantas tienen un alto contenido de nutrientes para el suelo, que podrían generar alternos para las extractoras.