Propuesta de Estrategias de Valorización de Residuos Agroindustriales Generados por Bioplanta Palmera Para el Desarrollo S.A., Como Alternativa de Aprovechamiento Interindustrial Sostenible en Urabá Antioquia en Segundo Semestre 2025

Arbey Núñez Mojica

ID: 747180

Camilo Velásquez Seña

ID: 843247

Jorge Pedroza Ballesta

ID: 834610

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Centro Universitario Urabá (Antioquia)

Programa Administración de Empresas

Julio de 2025

Propuesta de estrategias de valorización de residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo s.a., como alternativa de aprovechamiento interindustrial sostenible en Urabá Antioquia en segundo semestre 2025

Arbey Núñez Mojica ID: 747180

Camilo Velásquez Seña ID: 843247

Jorge Pedroza Ballesta ID: 834610

Monografía Presentado como requisito para optar al título de Administrador de Empresas

Asesor

Daniel Alberto Macías Úsuga

Especialista

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Centro Universitario Urabá (Antioquia)

Programa Administración de Empresas

Julio de 2025

Dedicatoria

Con profunda gratitud, dedicamos este trabajo a la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, institución que ha sido pilar fundamental en nuestra formación académica y personal. Su compromiso con la educación de calidad, el desarrollo humano y la responsabilidad social ha sido inspiración constante para asumir con pasión cada reto en el camino de la investigación.

Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento y agradecimiento al Semillero de Investigación GEAF, que ha sido un espacio invaluable de aprendizaje, exploración y crecimiento. A través de su acompañamiento y orientación, nos ha brindado las herramientas necesarias para desarrollar el pensamiento crítico, la rigurosidad científica y el amor por la búsqueda del conocimiento.

Gracias a cada docente, mentor y compañero que, con su apoyo y motivación, han hecho posible el desarrollo de este trabajo, marcando un antes y un después en nuestro proceso de formación. Este es solo el inicio de un camino de investigación y contribución al conocimiento, guiado por los valores de compromiso, ética y servicio que nos ha inculcado UNIMINUTO y el Semillero GEAF.

Con admiración y gratitud.

Arbey Núñez M. Camilo E. Velásquez S. Jorge Pedroza B.

Agradecimientos.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, por brindarnos las herramientas necesarias para nuestra formación académica y profesional. A lo largo de nuestra carrera, hemos contado con el respaldo de una institución comprometida con la excelencia, el desarrollo del pensamiento crítico y la responsabilidad social, valores que han sido fundamentales en la elaboración de este proyecto monográfico.

Agradecemos especialmente a nuestros docentes y asesores, quienes con su guía, paciencia y conocimientos nos han motivado a profundizar en la investigación, fortaleciendo nuestras capacidades analíticas y reflexivas. Su dedicación y compromiso han sido clave para que este trabajo alcance sus objetivos y contribuya al conocimiento en nuestra área de estudio.

También extendemos nuestro reconocimiento al Semillero de Investigación GEAF, por brindarnos un espacio de aprendizaje, exploración y crecimiento académico. Gracias a su apoyo, hemos podido desarrollar habilidades investigativas que nos permitirán seguir aportando al desarrollo del conocimiento y la solución de problemáticas en nuestro entorno.

Finalmente, agradecemos a nuestros compañeros de estudio, familiares y amigos, quienes con su apoyo incondicional nos han acompañado en este proceso, brindándonos aliento y motivación para alcanzar nuestras metas.

A todos ustedes, ¡gracias por ser parte de este camino de aprendizaje y crecimiento!

Contenido

Introducción **8**
Planteamiento del Problema **10**
Descripción del Problema 12
Árbol del Problema 15
Objetivos **17**
Objetivo General **17**
Objetivos Específicos 17
Justificación **17**
Justificación Profesional 18
Justificación Institucional 18
Justificación Epistemológica 18
Justificación Territorial (PDET) 19
Limitaciones del Estudio 20
Marco Referencial **21**
Antecedentes Investigativos 22
Contexto internacional 24
Contexto nacional 24
Contexto local (Urabá antioqueño) 25
Marco Teórico **26**
Marco Conceptual **33**
Teorías 35
Contextos 35
Fuentes 35
Derivados 36
Residuos 36
Conceptos claves 37
Marco Legal **37**
Marcos Regulatorios Internacionales y Nacionales Aplicables 38
Metodología **43**
Tipo y Enfoque de Investigación. 43
Método de Estudio de caso 43

Población 44
Criterios de Inclusión 44
Criterios de exclusión 44
Muestra 44
Técnicas e instrumentos de recolección de la información 45
Instrumentos de recolección y organización 46
Técnicas de Análisis de la información 47
Consideraciones Éticas 47
Principios Éticos 47
Gestión de la Información Recolectada 48
Otras Consideraciones 48
Desarrollo de los Objetivos Específicos 48
Resumen Cuadro de Objetivos 48
Procedimiento de la recolección de datos 50
Tabulación y Análisis de Datos 50
Capítulo de Resultados 51
Presentación de resultados 52
Fertilizantes y Compostaje. 55
Beneficios Ambientales 55
Clasificación de Residuos Según su Impacto Ambiental 59
Interpretación de resultados 60
Análisis comparativo de residuos generados en la extracción de aceite de palma: Región de Urabá vs. Contexto mundial 60
Productos Potenciales Para Ideas de Negocios en la Zona de Urabá 63
Torta de palmiste 63
Aceite de Oleína de Palma 64
Discusión de resultados 65
Caracterización de Residuos Generados 65
Impactos Económicos De La No Valorización 66
Potencial de Aprovechamiento Interindustrial 67
Impactos Ambientales de la Disposición Actual 68
Propuestas de Estrategias de Valorización 68
Conclusiones 69

Recomendaciones **71**
Referencias **73**
Anexos **76**
Productos Derivados de la palma de aceite 76

Figura 1. Árbol del Problema *15*
Figura 2. Comparación de residuos generados en la extracción de aceite de palma: Región de Urabá vs. Contexto mundial……...15

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de información……... *46*

Tabla 2 Resumen de objetivos, actividades, herramientas e instrumentos del estudio….*48*

Tabla 3. Caracterización técnica y volumen mensual estimado de residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A…….*66*

Tabla 4. Estimación de pérdidas económicas mensuales por disposición inadecuada y subutilización de residuos agroindustriales en Bioplanta Palmera……... *67*

Tabla 5. Matriz de estrategias de valorización de residuos agroindustriales identificados en Bioplanta Palmera…….. *69*

Introducción

La industria de la palma de aceite representa una de las actividades agroindustriales con mayor dinamismo en Colombia, especialmente en la región de Urabá, donde ha consolidado un rol estratégico en el desarrollo económico y la generación de empleo (Kirchherr et al., 2017; Fedepalma, 2023). Sin embargo, su proceso productivo genera grandes volúmenes de residuos agroindustriales como el cuesco, la tusa, la torta de palmiste, la fibra y los lodos de decantación que, si no se gestionan adecuadamente, pueden ocasionar impactos ambientales significativos y representar una pérdida de recursos con alto potencial de valorización.

En este contexto, adquiere relevancia el planteamiento de alternativas que promuevan la transformación de dichos residuos en insumos útiles para otros sectores económicos, bajo un enfoque de economía circular. Según la FAO (2022), a pesar de los avances del sector palmicultor, muchas empresas carecen de estrategias sistemáticas para el aprovechamiento de sus subproductos, lo que limita su competitividad, capacidad de innovación y sostenibilidad.

Tal es el caso de Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., ubicada en el municipio de Chigorodó (Antioquia), la cual produce mensualmente grandes cantidades de residuos sin implementar procesos sistemáticos de clasificación, transformación ni comercialización. En este escenario, surge la pregunta de investigación: *¿Qué residuos generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. tienen potencial de valorización, y cómo pueden ser aprovechados interindustrialmente para contribuir a la sostenibilidad económica y ambiental en Urabá?*

Para abordar esta problemática, se adopta un enfoque cualitativo, de alcance descriptivo y método de estudio de caso, que permite analizar el fenómeno en

profundidad, desde la perspectiva de los actores involucrados. Como señala Sandín (2003), *“el estudio cualitativo no pretende generalizar, sino comprender el fenómeno en profundidad desde la perspectiva de los participantes”*. La técnica principal será la entrevista semiestructurada, complementada por la observación directa y la revisión documental, con el propósito de comprender las prácticas, percepciones y posibilidades de articulación interindustrial.

Esta investigación parte de la hipótesis de que una adecuada identificación, caracterización y clasificación de los residuos generados permitirá establecer oportunidades técnicas y económicas para su valorización intersectorial en campos como la agroindustria, la bioenergía o la alimentación animal. En línea con esta idea, la FAO (2022) destaca que *“el aprovechamiento de los residuos agroindustriales representa una vía estratégica para fortalecer la economía circular y la sostenibilidad en sectores productivos locales”*.

El propósito es generar propuestas prácticas y contextualizadas que permitan transformar el modelo de gestión de residuos de Bioplanta, fortalecer el encadenamiento productivo regional y fomentar soluciones replicables de economía circular en otras zonas palmeras del país. Esta visión se articula con los objetivos de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular los ODS 12 (producción y consumo responsables) y ODS 13 (acción por el clima).

Como advierte Kirchherr et al. (2017), *“la ausencia de mecanismos eficaces de transformación limita el cierre del ciclo productivo”*, obstaculizando la implementación real de estrategias de economía circular en el ámbito agroindustrial. Esta investigación busca revertir dicha limitación, proponiendo estrategias de aprovechamiento interindustrial que aporten a la sostenibilidad económica, ambiental y social de Urabá.

A lo largo de esta monografía, se desarrollan cinco objetivos específicos que permiten abordar la problemática desde una perspectiva técnica, económica, ambiental y comercial. En primer lugar, se caracteriza la tipología y el volumen de los residuos generados por Bioplanta Palmera, seguido de un análisis del impacto económico derivado de su gestión inadecuada. Posteriormente, se examina el potencial de demanda de los subproductos en sectores interindustriales, y se evalúan los impactos ambientales asociados a su disposición actual. Finalmente, se formula una propuesta de estrategias sostenibles de valorización, estructurada en líneas de acción concretas que integran los residuos a cadenas productivas locales bajo criterios de economía circular. Este recorrido investigativo permite construir una visión aplicada y contextualizada que orienta la toma de decisiones empresariales hacia modelos de aprovechamiento interindustrial, con beneficios tangibles para la sostenibilidad regional en Urabá.

Planteamiento del Problema

En Colombia, la agroindustria de la palma de aceite se ha consolidado como un sector estratégico para el desarrollo económico nacional, aportando cerca del 17 % al PIB agrícola y generando más de 190.000 empleos directos e indirectos. Sin embargo, este crecimiento ha evidenciado una problemática estructural: la limitada valorización sistemática de los residuos sólidos generados durante el proceso de extracción, como cuesco, tusa, fibra y lodos. Esta deficiencia representa no solo una pérdida de recursos con potencial económico, sino también impactos negativos sobre el medio ambiente y una restricción para el desarrollo de encadenamientos productivos interindustriales (FAO, 2022; CEPAL, 2022; Romero-Sáez, 2022).

La situación se torna especialmente crítica en regiones como Urabá (Antioquia), donde empresas como Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. generan mensualmente más de 80 toneladas de residuos sin procesos efectivos de clasificación, almacenamiento

ni transformación. Esta falta de estrategias de valorización impide el aprovechamiento de estos subproductos como insumos para sectores ganaderos, agrícolas, energéticos o de bioindustria, generando pasivos ambientales y pérdida de oportunidades económicas. (Informe BPD,2025)

Según Rojas-González et al. (2019), los residuos agroindustriales poseen un alto potencial de aprovechamiento en procesos termoquímicos, biotecnológicos y de economía circular, siempre que se realice una caracterización fisicoquímica adecuada.

En esa misma línea, Bejarano Romero (2022) destaca que la adopción de modelos de negocio circulares en la agroindustria colombiana facilita la transformación de estos residuos en productos de valor agregado como biocombustibles, biofertilizantes, materiales de construcción o alimentos funcionales, mediante la articulación de capacidades técnicas, alianzas estratégicas y recursos clave. Su propuesta metodológica sirve como referente conceptual para orientar la transición hacia prácticas sostenibles que permitan cerrar el ciclo productivo, optimizar el uso de subproductos y generar impactos económicos, ambientales y sociales positivos en regiones como Urabá.

A partir del modelo **SCDPCP**, se identifican los siguientes componentes:

- **Síntomas**: Acumulación de residuos, malos olores, escorrentía, sobrecostos.
- **Causas**: Ausencia de políticas internas, desconocimiento del potencial de aprovechamiento, falta de alianzas.
- **Diagnóstico**: Inexistencia de una estrategia integral de valorización que permita transformar los residuos en activos sostenibles.
- **Pronóstico**: De mantenerse la situación, aumentarán los impactos ambientales, las pérdidas económicas y los riesgos regulatorios.

- **Control al pronóstico**: Desarrollo de estrategias de aprovechamiento como el compostaje, biocombustibles o venta de subproductos a terceros.

Actualmente, Bioplanta genera más de 80 toneladas de residuos mensuales, los cuales son descartados sin evaluación técnica de su potencial de valorización ni rutas claras de comercialización. Esta ineficiencia no solo incrementa los costos de disposición, sino que impide a la empresa beneficiarse de oportunidades económicas derivadas de la venta de estos subproductos a otras industrias. Asimismo, contribuye a la saturación de los sitios de almacenamiento, genera olores ofensivos y puede ocasionar afectaciones en cuerpos de agua cercanos por escorrentía o filtración (Corpourabá, 2021).

En consecuencia, se plantea la necesidad de realizar un estudio que permita identificar los residuos con mayor potencial de aprovechamiento y su posible integración en mercados regionales o nacionales. Este análisis debe contemplar tanto los aspectos técnicos (tipología, volumen, condiciones de transformación) como los económicos (costos de disposición, valor de mercado, demanda externa). Solo así será posible proponer estrategias de valorización que permitan convertir este pasivo ambiental en un activo productivo.

Descripción del Problema

La gestión de residuos agroindustriales representa uno de los desafíos ambientales más apremiantes del siglo XXI. En respuesta, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han promovido la transición hacia modelos productivos basados en la economía circular, que priorizan el aprovechamiento de subproductos como insumos para nuevos procesos, reduciendo la dependencia de recursos no renovables y mitigando la contaminación ambiental (FAO, 2022; Preciado-Saldaña et al., 2022).

A nivel global, se estima que se generan más de **931 millones de toneladas de residuos agroalimentarios cada año**, con un impacto económico superior a **400 mil millones de dólares** (UNEP, 2021). En este contexto, el sector de la palma de aceite destaca por su alta generación de residuos: más del **60 % del fruto procesado** se convierte en subproductos como racimos vacíos, fibras del mesocarpio, cuesco y aguas residuales, los cuales en su mayoría no son aprovechados eficientemente (Sulaiman et al., 2019; Vanegas Escudero, 2023).

En América Latina, la expansión acelerada de la palma de aceite ha generado beneficios económicos, pero también ha evidenciado **deficiencias estructurales en la gestión de residuos**. Según la CEPAL (2022), más del **70 % de los residuos agroindustriales** en la región carecen de rutas claras de valorización, lo que representa pérdidas anuales cercanas a **20 mil millones de dólares** y una desconexión entre la agroindustria y otros sectores que podrían beneficiarse del uso interindustrial de estos materiales.

En el **contexto nacional**, en Colombia, cuarto productor mundial de palma de aceite, se generan más de **1,75 millones de toneladas de aceite crudo al año** (Fedepalma, 2023). Sin embargo, cerca del **65 % de los residuos generados** no son valorizados adecuadamente (Fedepalma, 2024). El Ministerio de Ambiente ha reportado que aproximadamente el **30 % de los residuos agroindustriales** generan afectaciones contaminantes en fuentes hídricas y emisiones de gases de efecto invernadero por descomposición de materia orgánica (Ministerio de Ambiente, 2023).

En el departamento de Antioquia, particularmente en la subregión de Urabá, el cultivo de palma de aceite tiene una presencia significativa. No obstante, la implementación de prácticas sostenibles de aprovechamiento de residuos es aún

incipiente. En muchas empresas, los desechos se acumulan o se disponen de forma inadecuada, generando **lixiviados, malos olores, proliferación de vectores y emisiones contaminantes** que afectan la salud ambiental y comunitaria (Romero Peláez et al., 2022).

Urabá, por su ubicación estratégica y potencial agroindustrial, ha sido priorizado por los **Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)**. Sin embargo, enfrenta **limitaciones estructurales** como baja articulación interinstitucional, escasa inversión en tecnologías limpias y deficiencias en el manejo de residuos sólidos y líquidos, lo que restringe las oportunidades de desarrollo sostenible.

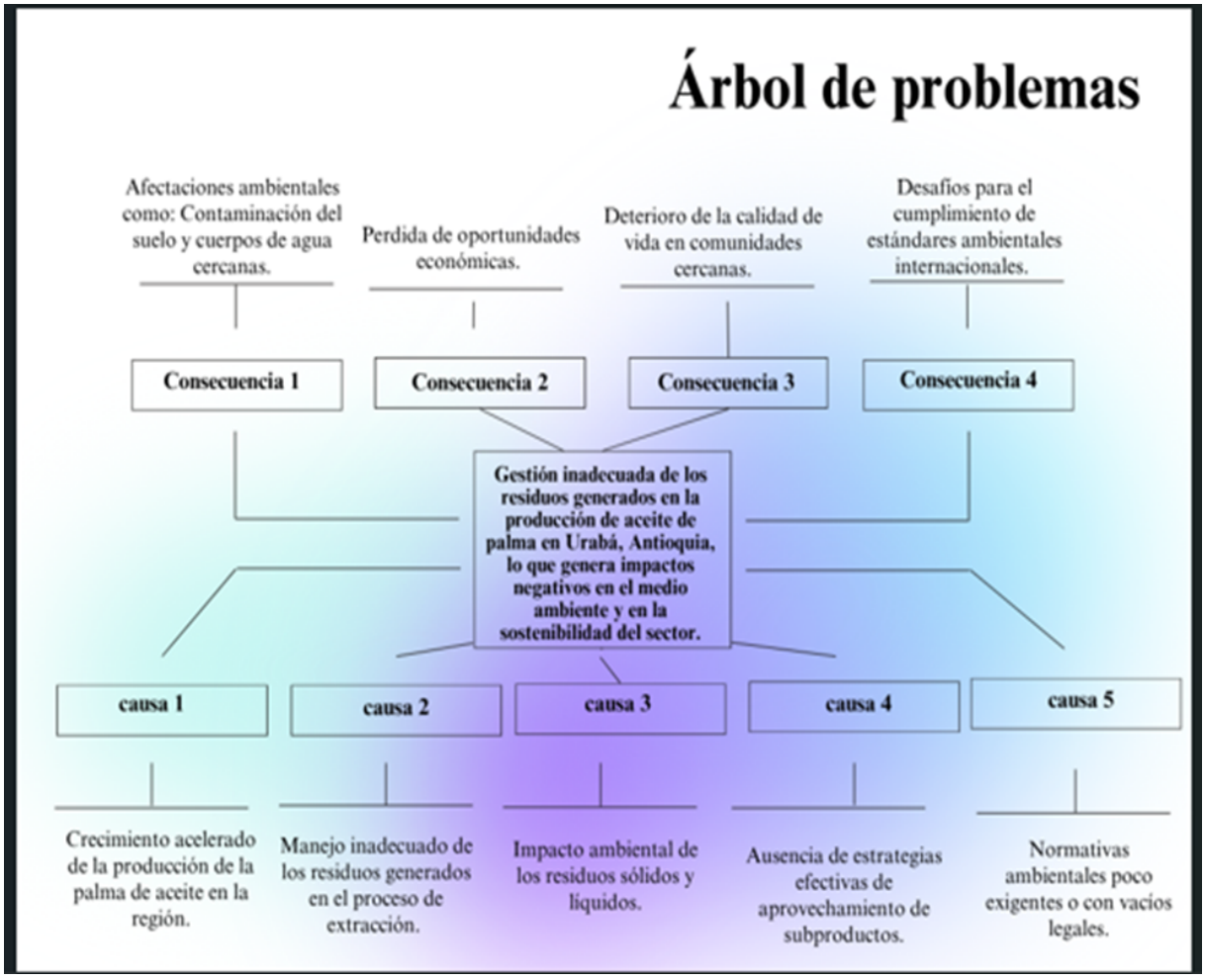
En el municipio de Chigorodó, específicamente en la vereda Guapa, se encuentra la empresa **Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A.**, que genera diariamente residuos como cuesco, tusa, fibra prensada, torta de palmiste y lodos. Estos subproductos, que suman más de **80 toneladas mensuales**, carecen de procesos sistemáticos de separación, almacenamiento o valorización, lo que genera **costos económicos significativos** para la empresa y una **amenaza ambiental latente** para el entorno.

La literatura especializada señala que la valorización de residuos agroindustriales es una necesidad urgente en la transición hacia modelos sostenibles de producción y consumo (FAO, 2022; Kirchherr et al., 2017; Romero-Sáez, 2022). En el caso de la palma de aceite, estos residuos constituyen una fracción significativa del volumen procesado, pero en muchos casos no se implementan mecanismos que permitan su transformación en insumos útiles para otras industrias. Este desaprovechamiento no solo genera impactos ambientales, sino que representa una **pérdida de valor económico considerable**.

Esta investigación se enmarca en la **Línea de Sostenibilidad y Desarrollo Regional**, dentro de la sublínea de **Gestión ambiental y aprovechamiento de residuos sólidos**, y aborda el tema: *Valorización de residuos de palma de aceite para su comercialización interindustrial en la región de Urabá, Antioquia*. Además, se articula con el **Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12: Producción y consumo responsables**, que promueve la minimización de residuos mediante estrategias de prevención, reciclaje y valorización de materiales (ONU, 2023).

Árbol del Problema

Figura 1. Árbol del Problema



Nota: Representa las causas estructurales, el problema central y sus efectos en el contexto agroindustrial de Urabá Antioqueño. Construido a partir de entrevistas, revisión documental y análisis territorial.

Con base en lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué criterios técnicos, económicos, ambientales y comerciales deben tenerse en cuenta para diseñar estrategias sostenibles de valorización de residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., orientadas al aprovechamiento interindustrial en la región de Urabá, Antioquia?

Objetivos

Objetivo General

Proponer estrategias de aprovechamiento interindustrial de los residuos generados por la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., que contribuyan a la sostenibilidad económica y ambiental en la región de Urabá, Antioquia.

Objetivos Específicos

OE.1- Caracterizar los residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., según su tipología, volumen, frecuencia y potencial de transformación.

OE2- Determinar el impacto económico derivado de la no valorización de los residuos generados por la empresa.

OE3- Analizar el potencial de demanda de los subproductos valorizables generados por la empresa objeto de estudio.

OE4- Evaluar los impactos ambientales asociados a la gestión inadecuada de dichos residuos, considerando su ciclo de vida y efectos locales.

OE5- Diseñar estrategias sostenibles de valorización y comercialización interindustrial que permitan integrar los subproductos a cadenas productivas locales, bajo criterios de sostenibilidad.

Justificación

La presente investigación responde a una problemática de alta relevancia en contextos agroindustriales como el del municipio de Chigorodó, en la región del Urabá antioqueño. La generación de residuos por parte de la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. representa una oportunidad estratégica para implementar prácticas de valorización sostenible con enfoque interindustrial, que contribuyan no solo a reducir

impactos ambientales, sino también a mejorar la competitividad empresarial y generar nuevas dinámicas económicas regionales. Innecesarios de disposición.

Justificación Profesional

Desde una perspectiva profesional, el estudio fortalece competencias clave para los administradores de empresas, tales como la gestión sostenible de recursos, el diseño de estrategias de economía circular, el liderazgo en procesos de innovación ambiental y la articulación intersectorial. La comprensión de la cadena de valor extendida, que incluye la valorización de residuos como insumos para nuevos productos o sectores, permite a los futuros profesionales proponer soluciones concretas, replicables y sostenibles a problemáticas locales, según Kirchherr et al. (2017) y FAO (2022) señalan que la transición hacia la economía circular requiere de estrategias sistemáticas de gestión de residuos y de encadenamientos interindustriales para cerrar ciclos productivos.

Justificación Institucional

A nivel institucional, esta investigación se enmarca en la misión y visión de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, al promover la transformación social a partir del conocimiento aplicado y la vinculación con las comunidades. Este proyecto representa una forma concreta de extensión e impacto social, ya que responde a los desafíos ambientales de una empresa ubicada en zona PDET y aporta soluciones desde la academia, fomentando la transferencia de conocimiento hacia sectores productivos y territorios históricamente afectados por la pobreza y el conflicto.

Justificación Epistemológica

En cuanto a su fundamento epistemológico, el proyecto adopta un enfoque aplicado con método de estudio de caso, lo cual resulta pertinente para analizar realidades específicas con profundidad y contextualización. Se parte del reconocimiento

de que los problemas complejos, como la gestión de residuos en sectores agroindustriales, requieren enfoques integradores y metodologías que permitan combinar el análisis cuantitativo con la comprensión del entorno. Además, se integra el paradigma de la sostenibilidad como eje transversal del conocimiento que se genera y aplica.

Justificación Territorial (PDET)

Chigorodó, como municipio priorizado dentro de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), requiere acciones concretas que mejoren las condiciones económicas, ambientales y sociales de la población. En este contexto, la implementación de estrategias de valorización de residuos representa una oportunidad para promover el desarrollo productivo local, generar empleo verde, reducir pasivos ambientales y consolidar alianzas interinstitucionales. Este proyecto, por tanto, se alinea con los objetivos de los municipios PDET, al proponer una solución viable y sostenible para un problema estructural que afecta tanto al medio ambiente como a la economía del territorio.

El proyecto es viable tanto técnica como institucionalmente. La empresa Bioplanta ha manifestado interés en conocer alternativas sostenibles para sus residuos, y se cuenta con disponibilidad de información, acceso a los procesos de la planta y apertura por parte del personal operativo. Además, la zona cuenta con actores potencialmente interesados en el uso de residuos valorizables, como empresas ganaderas y de producción de abonos orgánicos, lo cual facilita el desarrollo de propuestas aplicables y contextualizadas (González y Rojas, 2021).

La pertinencia de esta investigación se sustenta en su contribución directa al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 12: Producción y consumo responsables**,** que promueve la reducción de residuos mediante su reciclaje, reutilización y valorización (ONU, 2023). Asimismo, responde a la necesidad de implementar modelos

de economía circular en el sector agroindustrial colombiano, promoviendo prácticas más sostenibles, reducción de pasivos ambientales y generación de ingresos adicionales para las empresas mediante la comercialización de subproductos (CEPAL, 2021).

Este proyecto beneficiará directamente a la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., al brindarle alternativas técnicas y económicas para la gestión de sus residuos. Indirectamente, los beneficios se extenderán a sectores como la ganadería, la producción de compost y la bioenergía, que pueden aprovechar los subproductos como insumos. A nivel local, la comunidad del municipio de Chigorodó también se verá favorecida por la disminución del impacto ambiental y el posible fortalecimiento de empleos en procesos de aprovechamiento.

Limitaciones del Estudio

Como en toda investigación aplicada en contexto real, el presente estudio se desarrolló enfrentando ciertas limitaciones que condicionaron el proceso de recolección, análisis e interpretación de los datos, sin afectar de manera sustancial la validez de los resultados ni la pertinencia de las conclusiones.

Una primera limitación fue la disponibilidad y calidad de la información proporcionada por la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. Si bien existió disposición por parte del personal técnico, la empresa no contaba con registros históricos sistematizados de los volúmenes de residuos generados, ni con reportes precisos sobre los costos asociados a su disposición. Esta situación obligó a complementar la información con observación directa, entrevistas y triangulación de datos secundarios, lo cual pudo afectar la precisión de algunos indicadores estimados.

Una segunda limitación se relaciona con el tiempo de ejecución del estudio**,** el cual fue de carácter transversal y limitado a cuatro meses. Este periodo no permitió observar variaciones estacionales en la generación de residuos ni medir el impacto de posibles pilotos de valorización. Un estudio longitudinal permitiría evaluar la sostenibilidad de las estrategias propuestas en el mediano plazo.

En tercer lugar, se identificó una limitación en el acceso a información de mercado relacionada con los precios y condiciones de compra de subproductos valorizables como la torta de palmiste, el cuesco o el compost. Debido a que muchos de estos mercados aún son informales o están poco desarrollados en la región de Urabá, fue necesario recurrir a referencias de otras zonas del país o a estimaciones realizadas con base en literatura especializada.

Finalmente, el estudio no incluyó un análisis de ciclo de vida o una evaluación ambiental detallada de los impactos derivados de la disposición actual versus el aprovechamiento futuro. Esto se considera una línea de investigación futura para ampliar el enfoque del presente trabajo desde lo económico hacia una evaluación más integral de sostenibilidad.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos son sólidos y ofrecen una base válida para la toma de decisiones en la empresa y para el diseño de políticas de aprovechamiento sostenible en el territorio.

Marco Referencial

El marco referencial constituye la base epistemológica, conceptual y normativa que sustenta esta investigación aplicada. Su finalidad es contextualizar el fenómeno de estudio, la valorización de residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. en función de las teorías que explican la economía circular y la

sostenibilidad interindustrial, las definiciones clave que delimitan los procesos de gestión ambiental, y el marco legal que regula el aprovechamiento de residuos en Colombia.

Este apartado se estructura en tres secciones: el marco teórico, que presenta los enfoques y modelos más relevantes en la literatura especializada; el marco conceptual, que define los términos operativos fundamentales del estudio; y el marco legal, que compila las normas nacionales e internacionales aplicables al sector agroindustrial. A partir de estos referentes, se consolidan las bases para la discusión teórica, el análisis de resultados y el diseño de estrategias sostenibles en el contexto territorial de Urabá.

Antecedentes Investigativos

La valorización de residuos agroindustriales en el sector palmero se ha consolidado como una estrategia central en la transición hacia modelos de economía circular a nivel internacional. Diversos países productores han desarrollado soluciones innovadoras que integran subproductos palmeros en cadenas de valor múltiples, con beneficios ambientales (reducción de residuos y emisiones), energéticos (bioenergía y combustibles renovables) y económicos (nuevos ingresos, diversificación de fuentes de ingreso y fortalecimiento de la competitividad) (Kirchherr et al., 2017; FAO, 2022). Estos avances destacan la importancia de enfoques sistémicos que articulen actores públicos y privados, tecnologías limpias y prácticas de reducción y valorización de residuos a partir de una comprensión profunda de la composición de los residuos, su generación y sus posibles destinos (FAO, 2022).

En el contexto colombiano, se han observado progresos relevantes en la adopción de estrategias de economía circular en subsectores agroindustriales, pero persisten retos estructurales que limitan la valorización eficiente de los subproductos. Entre ellos se encuentran: (i) la dispersión de capacidades técnicas para la clasificación y

transformación de residuos, (ii) la fragmentación de encadenamientos interindustriales, y (iii) la necesidad de marcos normativos y de incentivos que faciliten inversiones en tecnología y procesos de valorización. Estas condiciones señalan brechas específicas entre la generación de residuos y su aprovechamiento efectivo, lo que reduce la generación de valor agregado local y la sostenibilidad económica y ambiental a nivel regional (autor, año; FAO, 2022).

En este marco, regiones como Urabá, Antioquia, emergen como escenarios estratégicos para la implementación de modelos de economía circular orientados a la valorización interindustrial de residuos de palma de aceite. La literatura indica que, cuando se establece un encadenamiento entre la agroindustria, la bioenergía y los sectores de alimentación animal y biotecnología, se logran sinergias que potencian la resiliencia regional, mejoran indicadores ambientales y generan impactos sociales positivos, como generación de empleo y desarrollo de capacidades locales. Sin embargo, a nivel regional, este potencial ha sido subutilizado, en parte por limitaciones en el acceso a datos detallados de generación de residuos, a información sobre demanda de subproductos y a herramientas de evaluación de impacto que permitan priorizar rutas de valorización (autor, año; Kirchgerr et al., 2017).

Por lo tanto, los antecedentes respaldan la relevancia de este estudio para:

- caracterizar de manera sistemática los residuos generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. y contextualizarlos dentro de la cadena de valor extendida;
- identificar rutas de valorización interindustrial viables desde el punto de vista técnico, económico y ambiental;
- proponer escenarios de implementación piloto que fortalezcan el encadenamiento productivo regional en Urabá y sirvan como modelo replicable para otras zonas palmeras del país (Kirchherr et al., 2017; FAO, 2022).

Esta articulación entre evidencia internacional, avances y brechas en Colombia, y la necesidad de acciones específicas en Urabá, fundamenta la pertinencia y oportunidad del proyecto para contribuir a la sostenibilidad económica y ambiental de la región, alineada con los ODS y con las políticas de desarrollo territorial.

Contexto internacional

Diversos estudios han demostrado el potencial del sector palmero para la valorización de residuos agroindustriales en el marco de la economía circular. En **Malasia**, por ejemplo, se ha promovido el uso de fibras y cuescos como biomasa para la generación de energía térmica y eléctrica, lo que ha contribuido a reducir la dependencia de combustibles fósiles y a mejorar la eficiencia energética de las plantas extractoras (Khalid et al., 2021; Haron et al., 2021). En **Filipinas**, investigaciones lideradas por el *Philippine Coconut Research Institute* han permitido transformar la torta de palmiste en harina de uso agropecuario, incrementando los ingresos de pequeños productores y mejorando la nutrición animal (Del Rosario et al., 2020).

Además, estudios en países como **Indonesia** y **Nigeria** han documentado el uso de racimos vacíos y fibras prensadas en procesos de compostaje, producción de biochar y generación de biogás, evidenciando beneficios ambientales y económicos significativos (Sulaiman et al., 2019; Okolie et al., 2021).

Contexto nacional

En Colombia, la agroindustria palmera ha mostrado avances importantes, pero aún enfrenta desafíos estructurales en la gestión de residuos. Según Rincón y Castro (2019), menos del **40 % de los residuos orgánicos industriales** son aprovechados eficientemente. La **Universidad de los Andes** (2021) desarrolló un estudio en los **Llanos**

Orientales que evidenció cómo la implementación de biodigestores permitió reducir en un **65 % los costos de disposición** de lodos y fibra, además de generar biogás y bioabono como subproductos útiles para la agricultura local.

Otros trabajos, como el de Barreto Montenegro (2016), han explorado el potencial bioquímico de los lodos digeridos, identificando péptidos con posible actividad antimicrobiana, lo que abre nuevas líneas de investigación en biotecnología aplicada.

En el departamento de **Casanare**, se ha desarrollado un modelo de economía circular para la valorización de residuos palmeros, estimando beneficios económicos superiores a los $2.700 millones mediante el uso de subproductos en bioenergía, nutrición animal y materiales de construcción (Universidad Distrital, 2022).

Contexto local (Urabá antioqueño)

A nivel local, los estudios sistemáticos sobre el aprovechamiento interindustrial de residuos en el **Urabá antioqueño** son escasos, lo que confirma la pertinencia de esta investigación. Sin embargo, existen iniciativas incipientes. Por ejemplo, el **Plan de Gestión de Residuos Sólidos** desarrollado por la Universidad de Córdoba para empresas agroindustriales en Apartadó propone estrategias de economía circular aplicables a subproductos como la torta de palmiste y la fibra prensada.

Además, el documento regional del **PDET Urabá Antioqueño** (2023) identifica la valorización de residuos como una oportunidad estratégica para el desarrollo productivo local, especialmente en municipios como Chigorodó, donde se generan altos volúmenes de residuos sin rutas claras de aprovechamiento.

Marco Teórico

La valorización de residuos agroindustriales es una problemática que requiere un abordaje multidisciplinario desde enfoques teóricos complementarios. Este estudio se sustenta en tres pilares: la economía circular, la producción más limpia y el aprovechamiento interindustrial. Estos marcos permiten comprender cómo los residuos generados por la industria palmera pueden transformarse en insumos útiles para otros sectores, promoviendo encadenamientos productivos y reduciendo los impactos ambientales. La fundamentación teórica permite, además, establecer conexiones entre las prácticas observadas en Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. y experiencias exitosas a nivel nacional e internacional que contribuyen al desarrollo sostenible.

- **Economía circular**: Este modelo busca transformar el sistema productivo lineal (producir, consumir y desechar) en uno regenerativo, donde los residuos se convierten en recursos. Según Kirchherr et al. (2017), “la economía circular implica rediseñar procesos para reducir residuos, extender la vida útil de los materiales y regenerar sistemas naturales”, fomentando la eficiencia en el uso de los recursos y la articulación intersectorial.

- **Producción más limpia**: Este enfoque promueve la reducción en la fuente de residuos y emisiones, priorizando la eficiencia en el uso de insumos productivos. Se basa en la prevención más que en la corrección, aplicando buenas prácticas ambientales y tecnologías limpias que minimizan el impacto en las fases iniciales del proceso industrial.

- **Aprovechamiento interindustrial**: Este enfoque se basa en la **simbiosis industrial,** que consiste en aprovechar los residuos o subproductos generados por una industria como insumos para otra. En el contexto de la agroindustria palmera, esta práctica permite que materiales como la torta de palmiste, la fibra o el raquis

sean utilizados por otros sectores, como el agrícola (para elaboración de abonos), el energético (para producción de biogás o pellets) o incluso la construcción (como materia prima para compuestos). Según Chertow (2000), este modelo contribuye a optimizar recursos, reducir costos de disposición y fortalecer redes productivas locales con beneficios económicos y ambientales.

La industria de la palma de aceite genera un amplio espectro de subproductos, ácidos grasos, fibra del mesocarpio, cuesco, torta de palmiste, entre otros que han demostrado utilidad en sectores como la alimentación animal, la producción ganadera, la bioenergía y la industria química. Investigaciones como las de Garcés y Cuéllar (1997) evidencian el impacto económico, social y ambiental de este cultivo en el contexto colombiano, resaltando oportunidades para la innovación y el desarrollo sostenible.

> El aceite de palma (Elaeis guineensis/Elaeis oleifera) es uno de los commodities más importantes del mundo que produce grandes cantidades de subproductos. Estos subproductos conforman una prometedora fuente de materia prima, que pueden ser puestos a disposición de una manera ambientalmente racional, socialmente aceptable y rentable" (Garcés y Cuéllar, 1997, p. 34).

Diversos estudios han explorado el potencial agropecuario de estos residuos. Devendra (2004) afirma que "la investigación y el desarrollo de sistemas integrados de rumiantes y cultivos se consideran como un sistema prioritario de producción en el futuro", destacando el valor alimenticio de los forrajes derivados de palma en la nutrición de rumiantes, especialmente caprinos y vacunos.

Otros subproductos, como el raquis o tusa, han sido aprovechados como fertilizantes orgánicos que sustituyen productos sintéticos. En Colombia, la empresa Manuelita Aceites y Energía ha implementado procesos de compostaje que aprovechan

estos residuos para mejorar la fertilidad de los suelos (Contextoganadero, 2015). Además, la harina de palmiste ha sido reconocida por FEDNA (2015) como un ingrediente apto para dietas de rumiantes, cerdos y conejos, expandiendo su uso en la ganadería.

Incluso subproductos como el cuesco se han reutilizado como fuente energética en calderas o cocinas tradicionales, actuando como carbón natural no contaminante. Esta versatilidad confirma el potencial de la palma para generar valor agregado en distintos segmentos del mercado. Según Garcés y Cuéllar Sánchez (1997), la destilación seca del cuesco es similar a la destilación seca de la madera y produce carbón vegetal, gases combustibles, ácido piroleñoso y breas. Los gases de combustión sirven de combustible industrial, las breas tienen aplicaciones industriales y el ácido piroleñoso es fuente de productos químicos orgánicos (p. 35).

Por otro lado, en las grandes industrias para el buen funcionamiento de sus máquinas o calderas a vapor, suelen utilizar otro subproducto para la producción de calor, el cual es la fibra de mesocarpio proveniente del fruto de la palma, proporcionándoles un gran rendimiento al momento de realizar sus respectivas funcionalidades diarias. Este subproducto suele ser utilizado para el funcionamiento de dichas maquinas proporcionándoles energía a través del vapor o el calor que esta fibra brinda al relacionarse con el fuego para la operación de plantas.

A diferencias de esta fibra de mesocarpio, nos encontramos con otro tipo de fibra que tiene unas funciones y unas cualidades muy distinta a la anterior, esta fibra es la fibra prensada, la cual suele ser utilizada para la extracción de azucares fermentables para la preparación de algunos productos para los seres humanos y estas mismas suelen ser sometidas a un pretratamiento, con el cual suelen extraer un tipo de alcohol o líquido fermentado y de este tipo de líquido o producto se obtiene el vino de palma, el cual es muy

apetecido por muchas personas como lo especifica (Rojas Pérez, Piñeros Castro, & Velásquez Lozano, 2011)

> La industria de palma de aceite en Colombia genera cerca de 11,6 a 15,1 % de fibra prensada. Este residuo tiene una estructura compuesta de lignina, hemicelulosa y celulosa, susceptible de procesarse para obtener productos biotecnológicos de alto valor agregado. En este trabajo se evaluó la obtención de azúcares fermentables a partir de la fibra prensada de palma. (párr.1)

Otro de estos subproductos provenientes de la palma de aceite que suelen utilizar las grandes industrias son los polioles, proveniente del tronco de la planta, que se utilizan como ladrillos para construir los poliuretanos, utilizados en las construcciones de las paredes de algunas viviendas. Estos polioles en otros casos también suelen ser utilizados para la fabricación de cojines para vehículos, colchones, entre otros bienes y servicios que son suelen ser necesarios para comodidad de las personas en el día a día como se puede evidenciar en la investigación

La espuma de los asientos, los colchones de las camas, los asientos de los carros y los aislamientos en las casas son de poliuretano; es un producto versátil. Uno de los ladrillos de este poliol se puede producir tanto de petroquímicos como de vegetales" (Quintero, Gómez y Boyacá, 2007, p. 30).

> La espuma de los asientos, los colchones de las camas, los asientos de los carros y los aislamientos en las casas son de poliuretano; es un producto versátil. Uno de los ladrillos de este poliol se puede producir tanto de petroquímicos como de vegetales.

Además de los subproductos utilizados en sectores como la bioenergía o la alimentación animal, la palma de aceite también genera insumos con aplicaciones directas en la industria alimentaria. Uno de los más destacados es la margarina,

elaborada a partir de ácidos grasos derivados del aceite de palma. Según el Grupo Empresarial Proingra (2022), este tipo de margarina se emplea ampliamente en procesos de fritura y cocción, gracias a sus propiedades funcionales y nutricionales. Un ejemplo innovador es la margarina *La Buena*, desarrollada por la empresa Team S.A., la cual incorpora una tecnología en proceso de patente que evita la quema del producto y reduce significativamente el nivel de salpique. Como lo señala Osorio Rodríguez (2010), “La Buena, una margarina a base de aceite de palma, no contiene ácidos grasos ni colesterol. Por su tecnología en proceso de patente, no se quema y tiene bajo nivel de salpique” (p. 30).

En el ámbito de la repostería y panadería industrial, destaca la margarina *La Excelencia*, fabricada por el Grupo Empresarial Proingra. Este producto combina grasas y aceites vegetales comestibles de alta calidad, ofreciendo una textura cremosa y un rendimiento superior en preparaciones como ponqués, tortas, galletas y panes especiales. Según la empresa, “Con nuestra margarina La Excelencia se preparan tortas y panes esponjosos, de gran volumen, con buena estructura y excelente sabor y aroma” (Grupo Empresarial Proingra, 2022, párrs. 10–11). Estas aplicaciones evidencian el potencial de los subproductos de palma como insumos versátiles y de valor agregado en la industria alimentaria, alineándose con los principios de economía circular y sostenibilidad productiva.

El aceite de palmiste, derivado de la palma de aceite, presenta aplicaciones industriales relevantes tanto en la elaboración de alimentos procesados como en productos cosméticos y de limpieza. Su combinación con otros insumos permite mejorar la conservación de alimentos, minimizando el deterioro y las pérdidas económicas. Esta versatilidad lo convierte en un insumo estratégico dentro de procesos industriales orientados a la eficiencia y la reducción de desperdicios. Tal como señala Jaaffar (2002),

este aceite también se incorpora en la formulación de detergentes, gracias a sus propiedades funcionales. Así, el aprovechamiento del aceite de palmiste evidencia cómo un subproducto agroindustrial puede insertarse en una lógica de economía circular, aportando al diseño de sistemas productivos más sostenibles e interconectados.

> “El aceite de palmiste se combina con otros productos para tener propiedades sobre todo conservantes y tensoactivos. Aunque su uso principal se extiende en la industria de la alimentación, sobre todo en productos ultra procesados, también en la composición de productos cosméticos.” (párr. 14)

De acuerdo con estas investigaciones, a nivel mundial está creciendo la demanda de la almendra del corozo de la palma de aceite, la cual suele ser utilizada para la elaboración de la torta de palmiste, este es un suplemento alimenticio para una variedad de animales, brindándoles una serie de nutrientes, calorías y grasas para el buen desarrollo y crecimiento estos animales, con muy buenos resultados al momentos en la evolución y producción de peso corporal en el animal y al momento de la producción de leche. La torta de palmiste cumple con las mismas funciones y les brinda los mismos nutrientes que el heno a los animales para la producción de carne y leche, es decir que este producto puede ser utilizado con el fin de mejorar productividad del ganado sin ningún problema de acuerdo a (Contextoganadero, 2023)

> Hay 2 tipos de torta: una es la de solvente orgánico con el cual se extrae el aceite y queda entre el 1 y el 2% del residual; la otra es de tipo expeler, la diferencia con la otra es que el porcentaje de residual de aceite está entre el 7 y el 8%. Esa les llama mucho la atención a los ganaderos porque ese residual es parte energética de la dieta del ganado. (párr. 4)

Por otra parte, también encontramos la glicerina, un producto que suele un tipo de endulzante natural que es utilizado en laboratorios, con el fin de elaborar algunos

medicamentos farmacéuticos, que puedan ser de gran ayuda para mejorar la salud de algunas personas y mitigar un poco lo amargo de algunos de estos medicamentos. Adicionalmente la glicerina suele ser utilizada en la elaboración de cremas y jabones que son utilizados para la hidratación de la piel de las personas, y una de sus principales funciones es servir como endulzante de algunos alimentos que suelen ser consumidos a diario por los seres humanos como lo afirma (Chemical safety facts, 2022)

> El glicerol es un ingrediente común en los productos farmacéuticos, donde puede mejorar la suavidad y el sabor de los medicamentos. Se añade a los jarabes para la tos para prevenir la irritación de la garganta que esta provoca, y se usa para hacer que los comprimidos sean más fáciles de tragar. (párr. 2)

Otro subproducto de la palma de aceite que contribuye a la reducción de los combustibles fósiles y su impacto ambiental es el biodiesel. Este biocombustible, obtenido a partir del aceite de palma o aceites reciclados, funciona como una fuente de energía renovable. Al mezclarse con otros compuestos, puede sustituir a los combustibles tradicionales, ayudando a mitigar la contaminación y los efectos del cambio climático, así como lo confirma (Portillo, 2024)

> El biodiesel es otro tipo de biocombustible, elaborado a partir de aceites vegetales nuevos y usados y algunas grasas animales. Dado que muchas personas comienzan a producir su propio combustible en casa para evitar gastar demasiado en repostar, el biodiesel se ha vuelto muy famoso y se ha extendido por todo el mundo. (par.5)

La investigación sobre los derivados y residuos aprovechables en el proceso productivo de la palma de aceite busca identificar las diferentes funcionalidades que pueden tener estos subproductos en las plantas extractoras, con el fin de mitigar su impacto ambiental y aportar a la sostenibilidad del sector agroindustrial. La necesidad de

una gestión responsable de los residuos se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) Nº 12: Producción y consumo responsables, promoviendo la valorización de residuos como oportunidad económica y ecológica.

Marco Conceptual

El presente marco conceptual aborda las nociones clave que sustentan la investigación sobre el aprovechamiento interindustrial de residuos agroindustriales generados por la palma de aceite, en particular por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. Se definen y contextualizan conceptos fundamentales como residuos agroindustriales, valorización, torta de palmiste, cuesco y lodo, con el propósito de facilitar la comprensión técnica del fenómeno estudiado. Este apartado también incluye elementos propios del sistema productivo de la palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), destacando su relevancia como cultivo estratégico en la agroindustria colombiana. La conceptualización aquí presentada busca establecer una base teórica coherente con la formulación del problema, los objetivos del estudio de caso y el marco teórico previamente desarrollado, contribuyendo a una interpretación rigurosa de los resultados y al planteamiento de alternativas sostenibles.

- Residuo agroindustrial: Se entiende como cualquier material sólido, líquido o semisólido generado durante la transformación de productos agrícolas, que carece de valor inmediato para quien lo produce, pero puede ser reutilizado si se gestiona correctamente. Este tipo de residuo representa una oportunidad estratégica para prácticas sostenibles en el sector agroindustrial (FAO, 2020).
- Cuesco de palma: Corresponde al endocarpio duro del fruto de la palma, comúnmente descartado en el proceso productivo. Estudios muestran su potencial como biocombustible o como materia prima en la industria de la construcción, debido a su alto contenido energético y propiedades físicas (Pérez y Ríos, 2018).

- Tusa de palma: Fibra residual del racimo de palma extraída tras la cosecha de los frutos. Por su composición lignocelulósica, puede ser utilizada como insumo para el compostaje o la elaboración de sustratos agrícolas, contribuyendo al reciclaje de nutrientes (Gutiérrez y Vargas, 2019).
- Torta de palmiste: Subproducto derivado del prensado del núcleo del fruto de la palma para la obtención de aceite. Se caracteriza por su alto contenido de proteína y fibra, lo que lo convierte en una fuente alternativa para la alimentación animal dentro de sistemas agropecuarios (Mancilla y Jaramillo, 2016).
- Valorización de residuos: Proceso mediante el cual los residuos son transformados en insumos o productos que generan valor económico, ambiental o social. Esta práctica se inscribe en los principios de la economía circular y busca la optimización de los recursos naturales en el sistema productivo (Kirchherr, Reike, y Hekkert, 2017)

La palma africana o (Elaeis guineensis Jacq.) es una planta que a través del tiempo ha tenido mucho reconocimiento, ya que de esta extraen el crudo para obtener el aceite de palma que muchos hoy en día utilizamos en nuestros hogares, así como lo **afirma (Romero, Forero y Hormanza, 2012)**

> "La Palma Aceitera Africana (Elaeis guineensis Jacq.) es una planta valiosísima, ya que, de su fruto, el dátil, se extrae el aceite que tanto consumimos en nuestra cocina. Es originaria de África, de la región del Golfo de Guinea, extendiéndose hasta 15º de latitud norte y sur." (p. 25).

Los orígenes de la palma tienen más de 5.000 años de antigüedad y al pasar de los años ha mantenido su comercialización como se señala "El cultivo de palma de aceite es originario de las costas del Golfo de Guinea en el África occidental; de hecho, su aceite ya se obtenía hace más de 5.000 años, especialmente en Guinea Occidental".

(Agrotendencias, 2022). Con la gran trayectoria que tienen estos cultivos de la palma de aceite y el gran desarrollo que ha tenido, se ha demostrado que estos cultivos tienen varios usos según (Garcés y Cuéllar Sánchez, 1997)

> El uso de aceites tiene dos fines específicos: en la industria alimentaria, donde son aceptados por sus óptimas características físicas y nutricionales, y en la industria oleo química, donde se usan como materia prima para la síntesis de productos con diversos usos, desde combustibles hasta cosméticos. (p.34)

En gran parte del país, se cultiva este tipo de palma para comercializar su crudo y desarrollar la economía de las fincas, de los propietarios, de los trabajadores y de todo un país, mejorando la calidad de vida de quienes trabajan con los cultivos de la palma de aceite.

Teorías

La teoría más apropiada para esta investigación es la de Fedepalma, donde nos muestra cada proceso por el que se somete el corozo de la palma de aceite para extraer el producto y los desechos o residuos que este deja.

Contextos

Los contextos que se tienen en cuanta en esta investigación son los derivados y residuos aprovechables de la palma de aceite, para mejorar la economía de dichas empresas y mitigas la contaminación ambiental.

Fuentes

Las fuentes o bases de datos legales que se han utilizado para el desarrollo de esta investigación han sido Fedepalma, Palmas, entre otras, teniendo en cuenta autores claves para el desarrollo de esta investigación como (Garcés & Cuéllar Sánchez, 1997),

(Dam, 2016), (Rojas Pérez, Piñeros Castro, & Velásquez Lozano, 2011), (Elbersen, 2013) entre otros.

Derivados

En la industria de la palma de aceite podemos encontrar una cantidad de derivados como, por ejemplo, la tusa que tiene múltiples usos (Garces & Cuellar, 1997). Explican que este se utiliza de dos formas:

> Como cenizas luego de incinerarlas o llevándolas al campo sin ninguna transformación para que se incorporen al suelo, también como combustible para calderas. Aunque no se suele usar porque las tusas tienen un bajo valor calorífico por su alto contenido de humedad. (pág. 34)

Seguido de la tusa encontramos el cuesco el cual es utilizado para generar calor en estufas caseras y calderas de grandes industrias como se afirma que, “El cuesco tiene un alto valor calorífico y puede ser usado como combustible doméstico, en estufas diseñadas especialmente para aprovecharlo en forma correcta, y en calderas”. (Garcés y Cuellar 1997)

Aparte de estos derivados encontramos muchos más como se evidencia anteriormente en el marco teóricos, donde se muestran las funciones que tienen en todo tipo de industrias, desde fuentes de recolección de residuos contaminantes hasta alimentar a humanos o animales.

Residuos

En la extracción del crudo de la palma de aceite, encontramos una gran variedad de residuos que van quedando en las maquinas extractoras de este producto como lo explica (FEDNA, 2015)

> La harina de palmiste es el residuo de la extracción del aceite de la semilla de la palma africana (Elaeis guineensis) que se cultiva en zonas tropicales, tanto de África (Nigeria, Zaire, Camerún) como de Asia (Indonesia, Malasia). Del prensado de la pulpa carnosa del fruto de la palma se obtiene también aceite (aceite de palma) que es mucho más abundante y el que normalmente se comercializa para piensos. (párr.1)

Por otra parte, también encontramos las fibras de mesocarpio los cuales son residuos que quedan de la extracción de aceite, esta fibra es utilizada principalmente en la generación de calor calderas como lo afirma (Dam, 2016, p.10) “La mayoría de las fibras provenientes del aceite de palma se consumen en calderas para proporcionar energía para la operación de la planta de beneficio. Se producen aproximadamente 20 millones de toneladas al año en el mundo”.

Según esto, estos residuos tienen diferentes funciones, desde ser fuente de alimentación para los animales, hasta producir calos en plantas a vapor. Las diferentes funciones de estos residuos nos permiten realizar cualquier actividad, ya que estos también pueden ser utilizados para cualquier tipo como se demuestra anteriormente en este proyecto de investigación.

Conceptos claves

Los conceptos claves son: Derivados, residuos, subproductos aprovechables en de palma de aceite y la extracción del crudo.

Marco Legal

En el desarrollo de esta investigación se enmarca en la normativa nacional e internacional relacionada con la gestión sostenible de residuos agroindustriales, en especial aquellos derivados de la palma de aceite. Leyes como la 1252 de 2008, el

Decreto 1076 de 2015 y los lineamientos técnicos de Fedepalma, junto con estándares globales como RSPO e ISCC, ofrecen el soporte regulatorio para proponer estrategias de valorización que articulen sostenibilidad, eficiencia interindustrial y cumplimiento ambiental el cual se detalla a continuación:

Marcos Regulatorios Internacionales y Nacionales Aplicables

- ✓ **ISCC (International Sustainability and Carbon Certification):** Este sistema certifica residuos y subproductos de palma como insumos sostenibles para bioenergía y bioproductos. Reconoce materiales como POME, EFB y PPF como materias primas avanzadas con emisiones de GEI cercanas a cero.
- ✓ **RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil):** Establece principios y criterios para la producción responsable de aceite de palma. Su versión 2024 incluye estándares para pequeños productores y guías sobre derechos humanos, biodiversidad y gestión de residuos. Aunque no es obligatorio en Colombia, puede servir como marco comparativo para evaluar prácticas sostenibles y proponer mejoras alineadas con el mercado internacional.
- ✓ **RED II (Renewable Energy Directive II – Unión Europea):** Reconoce ciertos residuos de palma como materias primas para biocombustibles avanzados, siempre que cumplan criterios de sostenibilidad y trazabilidad. Se puede contemplar el potencial energético de los residuos, esta directiva puede respaldar la viabilidad técnica y ambiental de su aprovechamiento.
- ✓ **Ley 1252 de 2008** – Residuos Peligrosos: esta ley establece el marco legal para la gestión integral de residuos peligrosos en Colombia, incluyendo su minimización, tratamiento y disposición final. Es relevante para esta investigación porque permite identificar qué residuos generados por Bioplanta Palmera podrían clasificarse

como peligrosos y exige adoptar tecnologías limpias y planes de manejo que garanticen la sostenibilidad ambiental en procesos interindustriales.

- ✓ **Ley 99 de 1993**: Desarrollo sostenible y SINA: Esta ley crea el Ministerio de Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), estableciendo principios de desarrollo sostenible. Para este estudio de caso respalda la necesidad de que las estrategias de valorización de residuos estén alineadas con políticas públicas de sostenibilidad, protección de recursos naturales y participación comunitaria, especialmente en contextos regionales como Urabá Antioquia. Crea el Ministerio del Medio Ambiente y establece los principios de la política ambiental nacional.
- ✓ **Decreto 1076 de 2015:** Decreto único reglamentario del sector ambiente: Este decreto compila y reglamenta las normas ambientales vigentes, incluyendo aspectos sobre residuos sólidos, emisiones, vertimientos y uso eficiente de recursos. Es clave para esta investigación porque proporciona lineamientos técnicos y legales que deben cumplir las empresas agroindustriales al implementar estrategias de aprovechamiento de residuos, garantizando la viabilidad normativa de las propuestas.
- ✓ **NTC 947-1 / NE 002**: Producción Sostenible de Aceite de Palma (Planta de Beneficio)**:** Esta norma técnica elaborada por Fedepalma e ICONTEC define buenas prácticas para la sostenibilidad en plantas de beneficio de palma. Es directamente aplicable a Bioplanta Palmera, ya que orienta la gestión de residuos, el uso eficiente de energía y agua, y la generación de valor a partir de la biomasa. Su adopción fortalece la trazabilidad y el reconocimiento de origen sostenible en el sector palmero colombiano.
- ✓ **Guía Fedepalma 2018:** Manejo de Residuos Ordinarios y Peligrosos: Esta guía ofrece recomendaciones prácticas para la gestión de residuos en cultivos de

palma, incluyendo separación, almacenamiento y disposición. Su utilidad en esta investigación radica en que permite contextualizar las prácticas actuales de Bioplanta Palmera y proponer mejoras que se ajusten a estándares sectoriales, facilitando la implementación de estrategias de valorización interindustrial.

- ✓ **Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (CONPES 3874 de 2016):** Establece lineamientos para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia, promoviendo la transición hacia una economía circular mediante prevención, aprovechamiento y reducción de residuos; Es clave porque articula la valorización de residuos agroindustriales con metas de sostenibilidad, eficiencia productiva y reducción de impactos ambientales.
- ✓ **Resolución 1407 de 2018**: Reglamenta la gestión ambiental de residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal. Exige a los productores formular planes de gestión ambiental que promuevan el aprovechamiento y la trazabilidad; aunque se enfoca en envases y empaques, su enfoque de responsabilidad extendida del productor y valorización energética puede aplicarse como referencia técnica para el manejo de subproductos agroindustriales como los de Bioplanta Palmera.
- ✓ **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico:** La valorización de residuos puede generar nuevas cadenas productivas, empleo local y dinamismo económico en Urabá Antioquia
- ✓ **ODS 12: Producción y Consumo Responsables (ONU, 2015):** Uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, busca garantizar modalidades sostenibles de producción y consumo, incluyendo metas como la reducción de desechos, el uso eficiente de recursos y la promoción de prácticas circulares; alineando las estrategias propuestas con compromisos globales de sostenibilidad y economía circular.

- ✓ **ODS15: Vida de ecosistemas terrestres:** Evita la degradación de suelos y cuerpos de agua por residuos mal gestionados, protegiendo la biodiversidad regional.

Las disposiciones legales revisadas respaldan la necesidad de adoptar modelos de gestión ambiental más eficientes y sostenibles, en consonancia con los lineamientos propuestos en esta investigación. En el contexto normativo colombiano, destaca la **Ley 138 de 1994**, la cual reconoce la agroindustria de la palma de aceite como una actividad estratégica para el desarrollo rural y económico del país. Esta ley establece el **Fondo de Fomento Palmero**, un instrumento para financiar programas de producción, transformación, comercialización e innovación tecnológica en el sector palmero, promoviendo su competitividad y sostenibilidad.

El presente estudio se alinea con los objetivos de dicha ley al generar conocimiento sobre los residuos y subproductos derivados del procesamiento de palma, proponiendo estrategias de valorización que contribuyen a la mitigación de impactos ambientales. En este marco, se abre la posibilidad de gestionar apoyo financiero a través del Fondo de Fomento Palmero para iniciativas de investigación y desarrollo orientadas a la gestión responsable de residuos agroindustriales.

La Ley 138 también define conceptos técnicos clave como *beneficio*, *aceite de palma*, *palmiste* y *torta de palmiste*, proporcionando una base jurídica que legitima el alcance del proyecto y garantiza el cumplimiento de obligaciones sectoriales, así como el respaldo institucional necesario para su ejecución.

En coherencia con este marco legal, **Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A.** cuenta con certificaciones que acreditan su compromiso con la sostenibilidad. Entre ellas se destacan:

Reat Place To Work: Reconocimiento por sus condiciones laborales ejemplares y cultura organizacional positiva.

Pacto Global de Naciones Unidas: Adhesión voluntaria que reafirma su compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los principios de responsabilidad empresarial.

Certificación ISCC (International Sustainability and Carbon Certification): Acreditación internacional que valida sus buenas prácticas agrícolas, trazabilidad y gestión sostenible de residuos en cultivos y procesos extractivos.

El conjunto normativo nacional e internacional revisado en este estudio respalda la viabilidad jurídica y técnica de implementar estrategias de valorización interindustrial de residuos agroindustriales generados por la palma de aceite. La articulación entre leyes nacionales como la Ley 138 de 1994, que impulsa el fortalecimiento del sector palmero, y estándares internacionales como RSPO e ISCC, permite estructurar una propuesta con legitimidad, trazabilidad y coherencia ambiental. A su vez, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) brindan un marco global que orienta las acciones hacia la producción responsable, la innovación tecnológica y la mitigación del impacto ambiental. Este sustento normativo no solo asegura el cumplimiento de obligaciones legales, sino que habilita el acceso a apoyos financieros y certificaciones que fortalecen la sostenibilidad y competitividad de iniciativas como la desarrollada por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A.

Metodología

La presente monografía de investigación se enmarca en el enfoque cualitativo-aplicado, con un diseño no experimental de tipo transversal y alcance descriptivo. Se adopta el método de estudio de caso, orientado al análisis profundo y contextualizado de la gestión de residuos agroindustriales en la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., con el propósito de proponer estrategias de valorización interindustrial sostenibles en la región de Urabá Antioquia.

Tipo y Enfoque de Investigación.

El estudio es de tipo aplicado, pues busca generar conocimiento útil para la toma de decisiones en el ámbito empresarial y territorial, respondiendo a una problemática concreta (Supo, 2022). El enfoque cualitativo permite comprender percepciones, experiencias y dinámicas institucionales vinculadas al manejo de residuos, sin recurrir a la manipulación de variables, lo que hace pertinente un diseño no experimental. Asimismo, se adopta un alcance transversal, al recolectar la información en un único momento definido, centrado en las condiciones actuales de la empresa (Tamayo y Tamayo, 2020).

Método de Estudio de caso

El método de estudio de caso se emplea como estrategia metodológica para examinar de manera intensiva una unidad particular, en este caso y según (Stake, 2005; Yin, 2018), este método permite vincular el análisis técnico de los residuos agroindustriales con el contexto organizacional, normativo y territorial, favoreciendo la formulación de estrategias coherentes con las capacidades y desafíos de la empresa. En este caso, el estudio se centrara exclusivamente en la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., con enfoque diagnóstico y propositivo.

Población

La población objeto de estudio está compuesta por actores institucionales vinculados directa o indirectamente con la gestión de residuos agroindustriales generados en el proceso productivo de Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., en Chigorodó (Urabá, Antioquia). Esta población se define en dos grupos clave:

- Personal técnico de Bioplanta Palmera, responsable de procesos como producción, tratamiento de subproductos, calidad y logística.
- Empresarios del sector agroindustrial regional con potencial interés en el aprovechamiento de residuos como insumos para compostaje, alimentación animal o bioenergía.

Criterios de Inclusión

- Colaboradores internos de la empresa que interactúen directamente con la generación, tratamiento o gestión de residuos.
- Representantes de empresas regionales con experiencia en el uso de biomasa agroindustrial o estrategias de valorización sostenible.

Criterios de exclusión

- Personal administrativo sin relación directa con los procesos de manejo de residuos.

Muestra

La muestra seleccionada es no aleatoria, definida bajo el criterio de **muestreo intencionado**, como técnica válida en estudios cualitativos según Creswell (2014), que enfatiza la selección deliberada de participantes relevantes para el fenómeno investigado. Esta elección también responde al principio de accesibilidad y experiencia

directa, como lo sustentan Hernández et al. (2021) para investigaciones aplicadas con recursos limitados.

La muestra estará conformada por **15 informantes clave**:

- Al menos cinco colaboradores internos de Bioplanta: operarios de planta, responsables de producción, ingenieros ambientales y encargados de logística.
- Diez representantes de empresas externas del sector agroindustrial regional, vinculados a procesos de compostaje, nutrición animal o bioenergía.

Esta composición permitirá recopilar información significativa y contextualizada sobre las prácticas actuales y el potencial de aprovechamiento interindustrial de los residuos generados.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La recolección de información se desarrollará desde una perspectiva cualitativa interpretativa, empleando técnicas propias del estudio de caso que permiten comprender las prácticas, percepciones y dinámicas relacionadas con la gestión de residuos agroindustriales en Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. Estas técnicas fueron seleccionadas en función de su capacidad para captar dimensiones complejas del fenómeno en estudio y aportar insumos específicos para cada uno de los cinco objetivos planteados. A continuación, se describen las técnicas de recolección aplicadas y los instrumentos correspondientes.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección de información.

Técnica	Descripción	Instrumento asociado	Objetivo que cubre
Entrevista semiestructurada	Conversaciones guiadas con preguntas abiertas a personal técnico y empresarios	Guía de entrevista narrativa	Objetivos 1, 2 y 4: caracterizar residuos, explorar alternativas, identificar actores interindustriales
Observación directa no participante	Registro sistemático del manejo de residuos en planta, sin intervenir	Bitácora de campo / matriz de observación	Objetivo 1 y 3: describir procesos actuales de manejo y prácticas técnicas
Revisión documental	Análisis de informes técnicos, normativas ambientales y certificaciones sectoriales	Ficha de revisión documental / matriz de contenido	Objetivos 3 y 5: analizar viabilidad legal y técnica de estrategias propuestas
Matriz de análisis temático	Organización de la información por categorías (tipo de residuo, uso potencial, actores involucrados)	Plantilla categorial de análisis	Objetivo 5: integrar los hallazgos en estrategias coherentes de valorización interindustrial

Nota: Se describen las técnicas e instrumentos de recolección de información a aplicar para el desarrollo de cada uno de los objetivos de la investigación

Instrumentos de recolección y organización

- **Guía de entrevista narrativa:** Estructura flexible que orienta las conversaciones con colaboradores y empresarios clave, permitiendo explorar experiencias, conocimientos y percepciones sobre la valorización de residuos.

- **Ficha de caracterización de residuos:** Recolecta información técnica sobre el tipo de subproducto, frecuencia de generación, volúmenes estimados y manejo actual.

- **Bitácora de campo:** Documento utilizado para registrar observaciones durante las visitas técnicas a la planta, incluyendo prácticas visibles, entorno, infraestructura y recursos utilizados.
- M**atriz de categorización:** Herramienta para codificar la información por ejes temáticos, facilitando el análisis interpretativo y la formulación de estrategias.

Técnicas de Análisis de la información

La información recolectada será interpretada mediante **análisis temático**, utilizando matrices y codificación manual según categorías predefinidas. No se aplicarán técnicas estadísticas, sino que se buscará construir significados desde las experiencias y los discursos obtenidos. Las representaciones visuales como **diagramas, matrices y árboles de problema** servirán para sintetizar hallazgos, evidenciar relaciones causales e identificar oportunidades de mejora en la gestión de residuos (Stake, 2005; Hernández et al., 2021; Yin, 2018).

Consideraciones Éticas

Se garantiza el **consentimiento informado** de cada participante y el **tratamiento ético de los datos personales**, conforme a la Ley 1581 de 2012 y a los principios éticos de la investigación definidos por UNIMINUTO (2023). La participación fue voluntaria, anónima y orientada al propósito académico del estudio.

Principios Éticos

Este estudio se rige por los principios éticos de la Declaración de Helsinki y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, los cuales establecen que toda investigación con seres humanos debe garantizar respeto, dignidad, no maleficencia y consentimiento voluntario. Se respetará la autonomía y privacidad de los participantes.

Gestión de la Información Recolectada

La información obtenida será tratada con estricta confidencialidad. Los datos se codificarán y no se utilizarán para fines distintos a los establecidos en el proyecto. Los nombres de empresas o participantes no serán divulgados. La información será almacenada digitalmente en dispositivos protegidos por el equipo investigador.

Otras Consideraciones

Se elaborará y firmará un consentimiento informado, explicando los objetivos del estudio, la voluntariedad de la participación, los riesgos mínimos y la posibilidad de desistir en cualquier momento. No se ofrecerán incentivos económicos ni se someterá a presión a los participantes. El estudio cuenta con la aprobación del Comité de Ética correspondiente.

Desarrollo de los Objetivos Específicos

Para cumplir con el primer objetivo (identificar y caracterizar los residuos), se realizará una observación técnica directa de los puntos de generación, se tomarán registros fotográficos y se diligenciarán fichas de caracterización. **El segundo objetivo** (cuantificar el costo de no valorización) se desarrollará mediante el análisis de documentos internos, registros contables y comparativos de mercado de subproductos similares. **El tercer objetivo** (analizar la demanda potencial) implicará entrevistas a representantes de empresas agroindustriales del entorno. Finalmente, el cuarto objetivo (establecer estrategias de valorización) se abordará integrando los datos recolectados y elaborando una propuesta técnica con base en análisis de viabilidad.

Resumen Cuadro de Objetivos

Tabla 2

Resumen de objetivos, actividades, herramientas e instrumentos del estudio

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades	Herramientas	Instrumentos
Evaluar el potencial de valorización de los residuos generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., con el fin de proponer estrategias de aprovechamiento interindustrial que contribuyan a la sostenibilidad económica y ambiental en Urabá, Antioquia.	1. Caracterizar los residuos según su tipología, volumen, frecuencia y potencial de transformación.	- Visita técnica a la planta - Registro fotográfico - Observación directa	Fichas de caracterización	Formato técnico por tipo de residuo
	2. Determinar el impacto económico de la no valorización.	- Revisión de registros contables - Análisis de costos actuales - Comparación con precios de mercado	Documentación contable y comercial	Matriz de costos y pérdidas
	3. Evaluar impactos ambientales asociados a una gestión inadecuada.	- Identificación de zonas afectadas - Consulta de reportes ambientales - Entrevistas a personal técnico	Informes institucionales Guía de entrevista semiestructurada	Matriz de impacto ambiental
	4. Explorar la demanda potencial en sectores agropecuarios, energéticos y ambientales.	- Identificación de empresas interesadas - Entrevistas sectoriales - Revisión de casos similares	Directorios empresariales Artículos técnicos	Guía de entrevista Tabla de caracterización de la demanda
	5. Diseñar estrategias sostenibles de valorización y comercialización interindustrial.	- Análisis de resultados - Formulación de propuestas técnicas - Validación con expertos	Bibliografía técnica y normativa Modelos de valorización	Propuesta técnica validada Fichas de estrategia por residuo

***Nota**: 1 Cuadro Resumen de Objetivos, Actividades, Herramientas e Instrumentos. Elaboración Propia*

La tabla presenta la articulación metodológica entre el objetivo general del estudio, los objetivos específicos, y las actividades, herramientas e instrumentos utilizados para

alcanzarlos. Se propone una estrategia mixta que combina observación directa, análisis documental, entrevistas semiestructuradas y revisión técnica, orientada a caracterizar los residuos agroindustriales, estimar sus impactos económicos y ambientales, explorar la demanda de subproductos y formular estrategias de valorización sostenible. Cada objetivo se descompone en actividades concretas con instrumentos específicos que permiten recolectar datos pertinentes y garantizar la coherencia metodológica del estudio.

Procedimiento de la recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos se desarrollará mediante técnicas cualitativas y participativas, articuladas de manera secuencial. En primer lugar, se efectuará una observación técnica directa en los puntos de generación de residuos dentro de la planta, complementada con registros fotográficos y fichas de caracterización, lo cual permitirá documentar la tipología, frecuencia y condiciones de manejo. Paralelamente, se llevará a cabo una revisión documental de informes internos, registros contables y reportes administrativos que aporten comprensión sobre las implicaciones económicas de la gestión actual. Para evaluar los impactos ambientales, se realizarán entrevistas semiestructuradas con personal técnico y se consultarán documentos emitidos por entidades como Corpourabá y Fedepalma. A su vez, se explorará el potencial de demanda mediante entrevistas a representantes de empresas agroindustriales del entorno, enriquecidas con la revisión de experiencias comparables en aprovechamiento interindustrial. Finalmente, los datos obtenidos serán integrados en matrices analíticas que permitirán construir estrategias viables de valorización, validadas con expertos del sector, sin acudir a métodos de medición cuantitativa, pero sí con rigor interpretativo y técnico.

Tabulación y Análisis de Datos

En el presente estudio se busca analizar en profundidad las características, significados y percepciones vinculadas a los residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., así como las posibilidades de valorización interindustrial en el contexto regional. Para ello, se aplicará un muestreo no probabilístico por conveniencia, orientado a la participación de informantes clave con experiencia directa en procesos productivos, gestión ambiental y articulación empresarial. La información recolectada será sistematizada mediante matrices narrativas y categorización temática, siguiendo procesos de codificación abierta y axial. El análisis se llevará a cabo bajo un enfoque inductivo, priorizando la interpretación de sentidos construidos, las convergencias discursivas entre actores, y la identificación de oportunidades y barreras en torno al aprovechamiento sostenible de residuos. El procesamiento será realizado en entornos digitales simples como Excel para organizar datos cualitativos, sin recurrir a estadística descriptiva ni software cuantitativo, manteniendo la coherencia metodológica del enfoque elegido.

Capítulo de Resultados

En este apartado se presentan los hallazgos derivados del análisis cualitativo realizado a partir de los insumos obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas, observaciones directas y revisión documental, centrados en la operación de Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. en Urabá Antioquia. Los resultados se exponen de manera estructurada, alineados con las categorías definidas en el marco teórico, y revelan las dinámicas actuales de generación y manejo de residuos agroindustriales en la planta, así como las percepciones de los actores clave sobre las posibilidades de valorización interindustrial. Esta presentación busca evidenciar no solo las oportunidades sostenibles identificadas, sino también las tensiones y desafíos que configuran el contexto de

implementación de estrategias de aprovechamiento, en consonancia con los marcos normativos, técnicos y ambientales abordados en el estudio.

Presentación de resultados

Los resultados que se presentan a continuación responden de manera estructurada a cada uno de los cinco objetivos específicos trazados en la investigación, evidenciando cómo estos contribuyen de forma articulada al logro del objetivo general. Se destacan los hallazgos clave en torno a la caracterización de los residuos, la identificación de oportunidades de valorización interindustrial, el análisis normativo, y las perspectivas técnicas y comerciales, en el contexto agroindustrial de Urabá Antioquia.

Objetivo 1: Caracterizar los residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera

la caracterización de los residuos agroindustriales se realizó desde un diseño no experimental, transversal y de estudio de caso en Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. (Chigorodó, Urabá, Antioquia), combinando cuantificación de residuos significativos (racimo vacío, fibra, cascarilla, cuesco y lodos de decantación) con interpretaciones cualitativas sobre prácticas de manejo y trazabilidad. Según Fedepalma, la producción regional genera aproximadamente 1.980 t/a de residuos a partir de 5.609 ha cultivadas, y la observación directa indica que >70% del volumen procesado se convierte en residuo, con separación técnica nula y almacenamiento en patios abiertos; estas condiciones evidencian limitaciones operativas y oportunidades para estrategias de valorización. La selección de residuos se justifica por su mayor volumen y potencial de valorización, y los hallazgos cualitativos se conectan directamente con la pregunta de investigación y con la necesidad de contextualizar los datos dentro de la realidad organizacional y territorial de Urabá.

Objetivo 2: Determinar el impacto económico de la no valorización de los residuos

Para determinar el impacto económico derivado de la no valorización de los residuos generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., se aplicó el **método de estudio de caso**, enmarcado en un enfoque cualitativo-aplicado. La técnica empleada fue el **análisis documental**, complementado con entrevistas semiestructuradas a informantes clave del área contable, logística y ambiental. A través de estos instrumentos, se estimó que la disposición sin aprovechamiento de los residuos agroindustriales genera un costo anual superior a **$180 millones**, considerando gastos asociados al transporte, almacenamiento y pérdida de valor comercial de subproductos como el cuesco, la fibra y la cascarilla.

Los datos recopilados también evidencian oportunidades económicas desaprovechadas. Estudios recientes revisados en el análisis documental indican que el **aprovechamiento térmico del cuesco mediante pirólisis** puede generar **biochar**, con un valor de mercado estimado entre **$1.200 y $1.800 /kg**, dependiendo de su uso final (agrícola, energético o ambiental). Asimismo, la fibra y la cascarilla presentan potencial como insumos para **compostaje o generación de energía**, lo que permitiría reducir costos operativos y generar ingresos adicionales si se implementaran estrategias de valorización interindustrial. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de incorporar criterios económicos en la toma de decisiones empresariales sobre el manejo de residuos.

Objetivo 3: Evaluar los impactos ambientales asociados a la gestión inadecuada de los residuos

Para evaluar los impactos ambientales asociados a la gestión inadecuada de los residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., se

aplicó el **método de estudio de caso**, enmarcado en un enfoque cualitativo-aplicado. La técnica utilizada fue la **revisión documental** de informes ambientales emitidos por **Corpourabá**, complementada con **entrevistas técnicas semiestructuradas** a ingenieros ambientales y operarios de planta. Estos instrumentos permitieron identificar que la acumulación de residuos sin tratamiento adecuado genera **lixiviados que contaminan cuerpos de agua cercanos**, emisiones por **combustión incompleta** de biomasa, y procesos de **degradación de suelos** en áreas de disposición no controlada.

Uno de los hallazgos más relevantes fue el potencial ambiental del cuesco, un subproducto con **hasta 40% de contenido de lignina**, lo que lo convierte en un candidato ideal para procesos de **pirólisis** orientados a la producción de **biochar**. Este material tiene capacidad de **captura de carbono** y mejora de suelos, lo que representa una alternativa sostenible frente a la disposición convencional. En la región de Urabá, se estima que existen **300.000 toneladas anuales de cuesco** susceptibles de ser aprovechadas para **regenerar suelos degradados** y **reducir emisiones de gases de efecto invernadero**, contribuyendo así a los objetivos regionales de mitigación climática y restauración ecológica.

Objetivo 4: Explorar el potencial de demanda de los subproductos en sectores agropecuarios, energéticos y ambientales

Para explorar el potencial de demanda de los subproductos generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. en sectores agropecuarios, energéticos y ambientales, se aplicó el **método de estudio de caso**, bajo un enfoque cualitativo-aplicado. La técnica utilizada fue la **entrevista semiestructurada**, dirigida a representantes de empresas regionales vinculadas a procesos de compostaje, nutrición animal y bioenergía, complementada con la **revisión documental** de fuentes estadísticas sectoriales. A través de estos instrumentos, se identificó que **al menos seis empresas**

locales manifestaron interés en incorporar subproductos como **fibra, cascarilla y biofertilizantes**, siempre que se cumplan estándares técnicos. Además, según el **Minianuario Estadístico de Fedepalma**, el sector palmicultor colombiano exportó más de **1.2 millones de toneladas de productos derivados en 2023**, lo que evidencia una creciente demanda internacional por subproductos sostenibles.

Fertilizantes y Compostaje.

El compostaje y la producción de fertilizantes a partir de los residuos de la palma de aceite representan una solución innovadora y sostenible para la industria agrícola y ambiental. Estos subproductos, como el raquis y la tusa de palma, pueden ser transformados en enmiendas orgánicas que mejoran la calidad del suelo, optimizan el rendimiento de los cultivos y reducen la dependencia de fertilizantes químicos sintéticos, los cuales generan impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana (Jaramillo, 2015).

Beneficios Ambientales

1. Reducción de Residuos y Contaminación**:** La reutilización de los desechos de la palma de aceite evita su acumulación en vertederos o su quema, mitigando las emisiones de gases de efecto invernadero como el CO_2 y el metano (J G. N., 2021)
2. Mejora de la Calidad del Suelo: Los fertilizantes orgánicos derivados del compostaje incrementan la retención de humedad, mejoran la estructura del suelo y promueven la actividad microbiana benéfica, favoreciendo la fertilidad a largo plazo (Mendoza, 2019)
3. Disminución del Uso de Químicos: La sustitución parcial o total de fertilizantes químicos reduce la contaminación de fuentes hídricas y la degradación del suelo, contribuyendo a una producción agrícola más sostenible (F.A.O (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2020)

Beneficios Empresariales y Oportunidades de Negocio

Desde el punto de vista empresarial, el aprovechamiento de estos residuos para la producción de fertilizantes orgánicos ofrece varias ventajas estratégicas:

1. Reducción de Costos en Insumos Agrícolas**:** La producción interna de biofertilizantes disminuye la dependencia de insumos importados, reduciendo costos operacionales para los productores de palma y otros sectores agrícolas (Ramírez et al., 2018).
2. Diversificación de la Industria**:** La transformación de residuos en fertilizantes orgánicos abre nuevas líneas de negocio y permite a las empresas del sector agroindustrial generar valor agregado con sus subproductos, incrementando su rentabilidad (Rodríguez y López, 2017).
3. Cumplimiento de Normativas Ambientales**:** El compostaje y el uso de biofertilizantes facilitan el cumplimiento de regulaciones ambientales y certificaciones de sostenibilidad, lo que mejora la imagen corporativa y abre puertas a mercados internacionales (Rainforest Alliance, 2021).
4. Aumento de la Demanda por Productos Ecológicos**:** La creciente preferencia de los consumidores por productos agrícolas orgánicos impulsa el mercado de fertilizantes naturales, generando una oportunidad de negocio para empresas que buscan posicionarse en este nicho (ONU Medio Ambiente, 2020).

Los hallazgos sobre compostaje y producción de fertilizantes orgánicos no solo evidencian beneficios ambientales significativos, como la mejora de la calidad del suelo y la mitigación de emisiones contaminantes, sino que también proyectan oportunidades concretas para el diseño de estrategias de valorización interindustrial. Al transformar residuos como el raquis y la tusa en biofertilizantes, se establece una conexión directa con cadenas productivas agrícolas locales, lo que responde a criterios de sostenibilidad

técnica, comercial y normativa. Esta sinergia permite aprovechar los subproductos de Bioplanta Palmera en iniciativas empresariales sostenibles que, además de reducir el desperdicio industrial, impulsan el desarrollo económico regional y el cumplimiento de estándares internacionales. En ese sentido, el compostaje se presenta como una vía estratégica para integrar los objetivos ambientales (OE.4) con propuestas de aprovechamiento interindustrial innovadoras (OE.5), reforzando así el enfoque de economía circular que orienta esta investigación.

Objetivo 5: Diseñar estrategias sostenibles para la valorización y comercialización interindustrial.

La gestión inadecuada de residuos agroindustriales en Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. genera impactos económicos, ambientales y sociales significativos, como lo evidencian los resultados obtenidos en los objetivos específicos. La valorización interindustrial se presenta como una alternativa viable para transformar estos residuos en insumos útiles para otros sectores productivos, promoviendo la sostenibilidad regional en Urabá. Esta propuesta busca articular soluciones técnicas con oportunidades comerciales, respondiendo directamente a la pregunta de investigación y al enfoque de economía circular.

Objetivo de la Propuesta

Diseñar estrategias sostenibles de valorización interindustrial para los residuos generados por Bioplanta Palmera, que permitan su integración en cadenas productivas locales, contribuyendo a la sostenibilidad económica, ambiental y normativa en la región de Urabá, Antioquia.

Estrategia 1: ***Transformación térmica del cuesco y la fibra***

Propósito: Aprovechar el alto contenido de lignina y poder calorífico del cuesco y la fibra para producir biochar y energía térmica mediante procesos de pirólisis.

Viabilidad: Alta, considerando la disponibilidad de hasta 300.000 toneladas anuales de cuesco en Urabá.

Actores involucrados: Bioplanta, empresas agrícolas, autoridades ambientales, centros de investigación.

Beneficios esperados: Producción de biochar con valor comercial estimado entre $1.200 y $1.800 COP/kg, regeneración de suelos degradados, captura de carbono y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Estrategia 2: ***Compostaje de lodos y racimos vacíos***

Propósito: Transformar residuos orgánicos con alta humedad y carga biológica en biofertilizantes aplicables en cultivos regionales.

Viabilidad: Alta, respaldada por estudios técnicos y el interés de al menos seis empresas locales.

Actores involucrados: Bioplanta, productores agrícolas, empresas de insumos ecológicos, entes reguladores.

Beneficios esperados: Mejora de la calidad del suelo, reducción del uso de fertilizantes químicos, cumplimiento de normativas ambientales, y fortalecimiento de la agricultura sostenible.

Estrategia 3*: Articulación interindustrial mediante convenios de suministro*

Propósito: Establecer alianzas estratégicas con empresas receptoras para la comercialización de subproductos, bajo esquemas de trazabilidad y certificación ambiental (RSPO, ISCC).

Viabilidad: Media-alta, sujeta a la formalización de acuerdos y cumplimiento de

estándares técnicos.

Actores involucrados: Bioplanta, empresas agroindustriales, entidades certificadoras, gremios sectoriales.

Beneficios esperados: Reducción de hasta $2.714 millones en costos de disposición, apertura de nuevos mercados, mejora de la imagen corporativa y cumplimiento de estándares internacionales.

Clasificación de Residuos Según su Impacto Ambiental

Diversos estudios han identificado que los residuos generados en la industria del aceite de palma pueden dividirse en sólidos, líquidos y gaseosos, cada uno con un nivel de impacto ambiental diferente (Woittiez et al. 2018). Los residuos sólidos, como los racimos vacíos de fruta y la fibra de prensado, suelen ser aprovechables en la producción de compostaje y biocombustibles. No obstante, cuando no se gestionan adecuadamente, pueden generar problemas de acumulación y deterioro del suelo (Elbersen, 2013).

Por otro lado, los residuos líquidos, como las aguas de lavado y los efluentes del procesamiento, representan una de las mayores fuentes de contaminación en la industria Según (Teow Yeit & Mohd Sobri, 2022), estos efluentes contienen una alta carga orgánica y química, lo que puede afectar la calidad del agua y generar riesgos ecológicos si no se tratan adecuadamente. En este sentido, se han desarrollado tecnologías como los sistemas de tratamiento biológico y la producción de biogás para reducir el impacto ambiental de estos residuos (Yacob et al. 2019)

Finalmente, los residuos gaseosos, como el metano liberado durante el tratamiento de los efluentes y la combustión de biomasa, contribuyen significativamente al cambio climático. De acuerdo con (J G. N., 2021), la implementación de sistemas de captura y aprovechamiento de biogás en plantas de procesamiento puede reducir las

emisiones de gases de efecto invernadero hasta en un 50%, transformando un problema ambiental en una oportunidad energética.

Interpretación de resultados

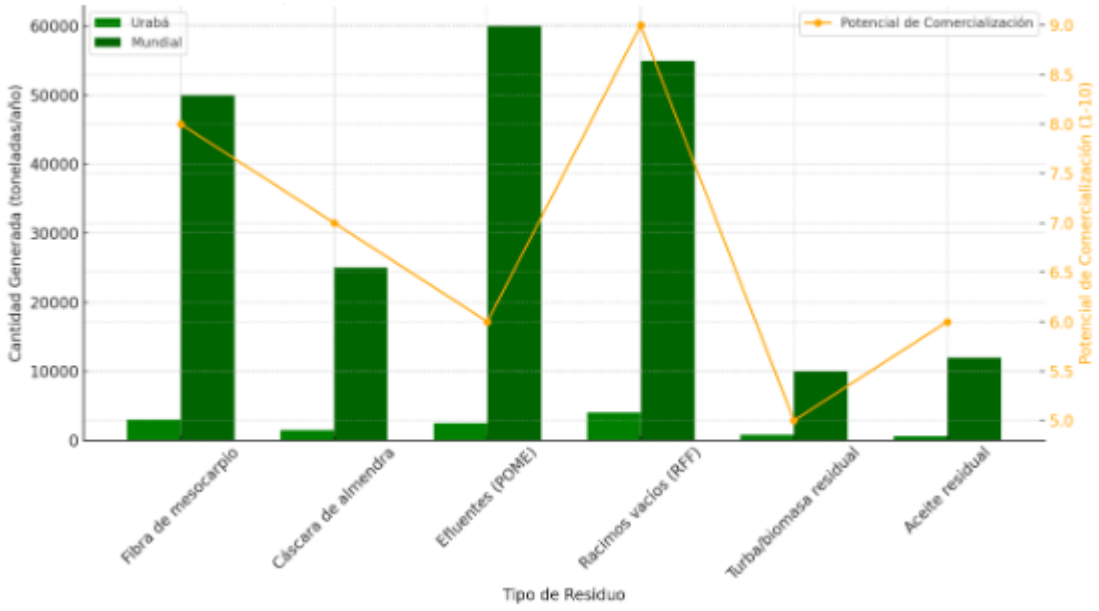
Objetivo 1: Caracterización de residuos agroindustriales

La presencia constante de residuos como el racimo vacío, fibra, cascarilla, cuesco y lodos evidencia la complejidad estructural del proceso extractivo de la palma de aceite. La falta de trazabilidad, separación técnica y aprovechamiento sistemático indica una disonancia entre los principios teóricos de economía circular, que promueven la reincorporación de residuos como recursos y las prácticas reales en Bioplanta Palmera. La observación directa reveló patrones donde la disposición no diferenciada se normaliza, reforzando una cultura operativa centrada en la extracción, pero no en la recuperación.

Análisis comparativo de residuos generados en la extracción de aceite de palma: Región de Urabá vs. Contexto mundial

Figura 2.

Comparación de residuos generados en la extracción de aceite de palma: Región de Urabá vs. Contexto mundial



Nota: 1 Comparativo de Residuos de Palma de Aceite: Urabá vs Mundial. Elaboración propia

La gráfica anterior presenta un análisis comparativo entre los residuos más comunes generados durante el proceso de extracción de aceite de palma en la región del Urabá (Colombia) y el promedio global. Asimismo, se incluye una escala de potencial de comercialización (de 1 a 10) para cada uno de los residuos, basada en la literatura consultada y experiencias industriales internacionales.

En el contexto de la región de Urabá, el residuo que se genera en mayor proporción es el racimo vacío de fruto (RFF), seguido por la fibra de mesocarpio y el hueso o pepa del fruto. Esta tendencia está asociada a los procesos tecnológicos y de manejos implementados localmente, así como a las prácticas específicas de las empresas extractoras, como Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A (B.P.D).

A nivel mundial, se observa una producción significativamente alta de efluentes líquidos (POME), los cuales representan un reto ambiental crítico en países del sudeste asiático como Malasia e Indonesia, donde la industria está más tecnificada y la escala de producción es mucho mayor.

En cuanto al potencial de comercialización, el racimo vacío de fruto (RFF) destaca con un puntaje de 9/10, gracias a su uso en la producción de biomasa, compostaje y generación de energía. Le siguen la fibra de mesocarpio (8/10), utilizada como combustible industrial, y el hueso del fruto (7/10), que puede emplearse en la fabricación de carbón activado y como insumo en la industria cosmética.

Este análisis permite identificar no solo los residuos con mayor generación local y global, sino también aquellos con mayor potencial de aprovechamiento económico y sostenible, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 12: Producción y consumo responsables, y el ODS 13: Acción por el clima.

Objetivo 2: Impacto económico de la no valorización

Los datos contables revelan una pérdida anual significativa por gestión no sostenible de los residuos, lo que se traduce en desaprovechamiento de activos industriales latentes. La ausencia de modelos de negocio circulares genera un vacío económico que contrasta con la teoría de eficiencia productiva y aprovechamiento de subproductos. La documentación interna confirma una desconexión entre los costos operativos y el potencial de comercialización de residuos como el biochar o fertilizantes orgánicos, lo que refuerza la necesidad de transición hacia una lógica económica regenerativa que cambie la expresión "*extraer-usar-desechar*" por "*extraer-usar-reintegrar*" al sistema productivo.

Objetivo 3: Impactos ambientales

La información recolectada demuestra que la disposición de residuos sin tratamiento especializado conlleva afectaciones significativas en los suelos, aguas y calidad del aire. Este hallazgo se articula con teorías de ecología industrial, que promueven la minimización de externalidades ambientales negativas a través del rediseño del ciclo de vida de los productos. Las entrevistas confirmaron una percepción de bajo control ambiental, en parte por desconocimiento y en parte por ausencia de incentivos regulatorios para la valorización. La posibilidad de utilizar el cuesco como una solución convergente entre mitigación ambiental y aprovechamiento energético es alta.

Objetivo 4: Potencial de demanda de subproductos

Las empresas agropecuarias, energéticas y ambientales del entorno manifestaron interés en subproductos de la palma, lo que valida la hipótesis de que existe una demanda latente para procesos interindustriales sostenibles. Esta información vincula directamente con el enfoque de simbiosis industrial, donde los residuos de una organización se convierten en insumos de valor para otra. El interés por el cuesco, la fibra

y los biofertilizantes indica oportunidades concretas para estructurar cadenas de valor regionales basadas en cooperación ambiental y rentabilidad compartida.

Objetivo 5: Estrategias sostenibles de valorización

La propuesta técnica resultante emerge de la integración narrativa e interpretativa de todos los datos recolectados. Las tres líneas planteadas, compostaje, transformación térmica y articulación interindustrial reflejan coherencia con el paradigma de desarrollo sostenible, entendido como un proceso multidimensional que conjuga eficiencia productiva, regeneración ecológica y responsabilidad social, a la vez que fortalece el posicionamiento de Bioplanta en el ecosistema agroindustrial de Urabá.

Productos Potenciales Para Ideas de Negocios en la Zona de Urabá

Torta de palmiste

Dentro de los derivados encontrados con más posibilidad de acogida en el mercado actual se encuentra la torta de palmiste ya que representa una oportunidad estratégica para el desarrollo del sector agroindustrial en la región de Urabá, dada su creciente actividad ganadera y agropecuaria. Este subproducto de la palma de aceite es una fuente rica en proteínas, fibra y energía, lo que lo convierte en un insumo ideal para la alimentación de bovinos, aves, cerdos y peces. Su producción permitiría reducir costos en la alimentación animal, ya que es una opción más económica en comparación con otros concentrados comerciales, generando así un impacto positivo en la rentabilidad del sector pecuario local. Además, la disponibilidad de materia prima en la región favorece la creación de una cadena productiva sostenible, en la que se aprovechen los residuos del procesamiento del aceite de palma para darles un valor agregado, impulsando así la economía circular.

Desde una perspectiva empresarial, la incursión en la producción y comercialización de torta de palmiste en Urabá representa una idea de negocio innovadora y rentable, que no solo fortalecería la industria local, sino que también contribuiría a la diversificación económica de la región. La implementación de este modelo de negocio permitiría aprovechar un recurso subutilizado, fomentando la reducción del desperdicio industrial y promoviendo el desarrollo de nuevos mercados. Adicionalmente, el uso de la torta de palmiste en la alimentación animal mejoraría la calidad del ganado, optimizando su condición física y productividad. En un contexto donde la agroindustria busca soluciones más sostenibles y eficientes, esta iniciativa se perfila como un proyecto clave para fortalecer la competitividad del sector agropecuario en Urabá y generar nuevas oportunidades de empleo y crecimiento económico.

Aceite de Oleína de Palma

De la extracción del aceite de palma se generan diversos subproductos, como se muestra en la tabla anterior, los cuales aportan múltiples beneficios tanto para la salud como para la vida cotidiana. Estos derivados pueden mejorar el bienestar y facilitar diversas actividades diarias, permitiendo llevar una vida más saludable y funcional.

Uno de estos subproductos es la oleína de palma, un aceite ampliamente utilizado en la alimentación. Según (Benefimundo, 2021) “El aceite de oleína de palma es un ingrediente versátil y beneficioso en la cocina y el cuidado personal. Con su suave sabor y su alto punto de humo, es ideal para freír alimentos sin alterar su sabor” (párr. 1). Además, su riqueza en vitamina E y antioxidantes lo convierte en un aliado para la salud cardiovascular y el mantenimiento de niveles saludables de colesterol (Benefimundo, 2021, párr. 2).

Más allá de su uso en la alimentación, la oleína de palma también es empleada en el cuidado personal. De acuerdo con (Benefimundo, 2021, párr.3), “Este aceite puede utilizarse como hidratante para la piel y el cabello debido a sus propiedades nutritivas”. Asimismo, contiene vitamina E, un antioxidante natural que protege las células del daño oxidativo, y es libre de grasas trans y bajo en grasas saturadas, lo que lo convierte en una opción saludable para el corazón (Benefimundo, 2021)

Dado su amplio rango de aplicaciones y beneficios, la oleína de palma tiene un gran potencial en el mercado, convirtiéndose en una excelente opción para emprendedores. Su uso en la alimentación y el cuidado personal lo hace un producto altamente demandado en los hogares. Además, al analizar sus características y beneficios, se evidencia que no cuenta con un sustituto directo que pueda satisfacer todas sus funciones de manera simultánea, lo que refuerza su valor en la industria

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos se organizaron en cinco categorías principales, derivadas de los objetivos específicos y del análisis de los instrumentos aplicados: caracterización de residuos, impactos económicos, potencial de aprovechamiento, impactos ambientales y diseño de estrategias. Los hallazgos se presentan de manera descriptiva y se apoyan en cuadros, tablas y esquemas interpretativos que evidencian el potencial de valorización interindustrial en la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A.

Caracterización de Residuos Generados

A partir de la observación directa y de las encuestas aplicadas al personal técnico, se identificaron los principales residuos generados en la planta:

Tabla 3.

Caracterización técnica y volumen mensual estimado de residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A.

Tipo de residuo	Descripción técnica	Frecuencia de generación	Volumen estimado mensual
Cuesco	Endocarpio duro del fruto	Diario	15 toneladas
Tusa	Eje del racimo	Diario	12 toneladas
Fibra prensada	Mezcla de exocarpio y mesocarpio	Diario	8 toneladas
Torta de palmiste	Subproducto del núcleo	Diario	6 toneladas
Lodos y efluentes	Restos líquidos del lavado	Diario	10 m^3

Nota. Elaboración propia con base en información técnica suministrada por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. La clasificación y volumen mensual estimado permiten identificar potenciales rutas de valorización de residuos según su composición y frecuencia de generación.

Estos residuos actualmente son acumulados en patios, incinerados parcialmente o llevados a vertederos, lo que representa un costo para la empresa y un riesgo ambiental significativo.

Impactos Económicos De La No Valorización

Se estimó que los costos mensuales por disposición inadecuada de residuos ascienden a aproximadamente **$11.800.000**, considerando transporte, mano de obra y pérdida de espacio operativo. Además, se evidenció una **pérdida potencial** cercana a **$18.000.000 mensuales** por la subutilización de residuos valorizables como la torta de palmiste (usada en otras regiones como insumo para alimento animal), el cuesco (para bioenergía) y la tusa (en compostaje).

Tabla 4.

Estimación de pérdidas económicas mensuales por disposición inadecuada y subutilización de residuos agroindustriales en Bioplanta Palmera

Tipo de pérdida	Procedencia del dato	Procedimiento de cálculo	Supuestos aplicados	Monto estimado mensual
Disposición inadecuada	Entrevistas, observación directa, reportes internos	Suma de transporte ($/t), mano de obra (horas/mes), espacio perdido (m² x oportunidad)	Tarifas locales, salario mínimo, porcentaje de área no productiva	$11.800.000
Subutilización de residuos	Comparación interregional, literatura técnica (Gómez et al., 2022)	Valorización potencial según usos alternativos: alimentación, bioenergía, compostaje	Volumen mensual promedio, precios de mercado, ±10% de sensibilidad	$18.000.000

Nota. Los datos fueron recolectados entre julio y octubre de 2024. Se aplicó una variabilidad del ±10 % para fortalecer la fiabilidad técnica. Los supuestos y fuentes permiten replicabilidad metodológica. Para mayor detalle, véanse las secciones de metodología y discusión.

Potencial de Aprovechamiento Interindustrial

Las entrevistas realizadas a empresarios del sector agropecuario y de servicios ambientales revelaron un interés real en el uso de estos subproductos, siempre que se cumplan estándares de calidad y se garantice continuidad en el suministro. Se identificaron tres líneas de aprovechamiento:

1. **Bioenergía**: el cuesco tiene un poder calorífico de 18.000 a 20.000 kJ/kg, ideal para calderas industriales según Rodríguez et al. (2021), quienes enfatizan en analizan el potencial energético de este subproducto agroindustrial y en la

necesidad de identificar parámetros claros técnicos consistentes y normativos para su integración.

2. **Alimento animal**: la torta de palmiste, mezclada con otros residuos, puede transformarse en harina técnica rica en proteínas y grasas; González y Pérez (2020), destacan la viabilidad técnica y nutricional de la torta de palmiste en mezclas proteínicas.
3. **Compostaje**: la tusa, mezclada con lodos y fibra, puede convertirse en abono orgánico de alta demanda en la región. Martínez (2019) aborda el manejo de residuos orgánicos como un sub producto de alca calidad y demanda regional.

Impactos Ambientales de la Disposición Actual

El análisis mostró que la disposición actual de residuos genera impactos como:

- Emisión de gases de efecto invernadero por descomposición anaerobia.
- Contaminación de fuentes hídricas por lixiviados no controlados.
- Proliferación de vectores y afectaciones a comunidades cercanas.

El 87 % de los encuestados indicó que la empresa no realiza separación ni tratamiento previo a la disposición final, y el 100 % reconoció que no existe una estrategia clara de aprovechamiento.

Propuestas de Estrategias de Valorización

A partir de los hallazgos anteriores, se construyó una matriz de estrategias que cruzan tipo de residuo, alternativa de valorización, viabilidad técnica y actores clave. Entre las propuestas destacadas se encuentran:

Tabla 5.

Matriz de estrategias de valorización de residuos agroindustriales identificados en Bioplanta Palmera

Tipo de residuo	Estrategia propuesta	Viabilidad técnica	Aliados potenciales
Cuesco	Uso en calderas de secado	Alta	Empresas de banano, secadoras de café
Torta de palmiste	Producción de harina técnica	Media	Productores de alimento balanceado
Tusa + fibra	Elaboración de compost	Alta	Proyectos de agricultura urbana
Lodos	Mezcla en compostaje	Alta	Alcaldía de Chigorodó, viveros locales

Nota. Esta matriz se construyó con base en los hallazgos derivados del análisis técnico de los residuos, entrevistas semiestructuradas y revisión de experiencias en valorización interindustrial. Las estrategias fueron evaluadas según su **viabilidad operativa, impacto ambiental y beneficio económico potencial**, con miras a la toma de decisiones por parte de la empresa y a su articulación con actores externos del territorio.

Conclusiones

El estudio realizado permitió evidenciar la importancia estratégica de implementar un modelo de aprovechamiento interindustrial de los residuos agroindustriales generados por Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., ubicada en el municipio de Chigorodó, subregión de Urabá, Antioquia. A partir del análisis de datos cuantitativos y cualitativos, se pueden destacar las siguientes conclusiones:

1. **Alta generación de residuos con valor subutilizado**: Se confirmó que la empresa produce diariamente grandes volúmenes de residuos como el cuesco, la tusa, la torta de palmiste, la fibra y los lodos. Estos materiales, si bien actualmente son considerados desechos, poseen un alto potencial de valorización económica, ambiental y productiva.

2. **Ausencia de una estrategia de aprovechamiento sistemático**: Aunque existe conciencia por parte del personal sobre la problemática generada por la disposición inadecuada de los residuos, no se ha implementado una política interna ni una articulación con actores externos que permita transformar estos residuos en insumos útiles. Esta situación ha generado pérdidas económicas significativas y afectaciones ambientales directas.

3. **Viabilidad técnica de diversas estrategias de valorización**: El estudio permitió identificar alternativas concretas y viables, como el uso del cuesco como biomasa para generación de energía, la transformación de la torta de palmiste en harina para alimentación animal, y la producción de compost a partir de la tusa y los lodos. Estas estrategias son técnicamente factibles y podrían implementarse con inversiones razonables y alianzas intersectoriales.

4. **Potencial de articulación regional bajo el enfoque de economía circular**: Las entrevistas con empresarios del entorno revelaron un interés real en establecer vínculos de simbiosis industrial. La creación de redes de cooperación entre empresas del sector agroindustrial permitiría reducir costos, disminuir impactos ambientales y fortalecer el tejido económico local.

5. **Contribución al desarrollo sostenible del territorio PDET**: La implementación de un modelo de aprovechamiento de residuos en Bioplanta no solo beneficiaría a la empresa, sino que también aportaría al desarrollo económico, social y ambiental de la región de Urabá. Esto está alineado con los objetivos de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (especialmente los ODS 12 y 13).

En síntesis, la investigación demuestra que es posible y necesario transitar de una lógica de eliminación de residuos a una lógica de **valorización sostenible**, mediante un

enfoque interindustrial, colaborativo y territorialmente pertinente. Los resultados aquí obtenidos pueden ser replicados en otras empresas palmeras del país que enfrenten problemáticas similares.

Recomendaciones

Derivado de los resultados obtenidos y en concordancia con los objetivos del estudio, se plantean las siguientes recomendaciones estratégicas para la empresa Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A., con el fin de fomentar el aprovechamiento interindustrial sostenible de sus residuos agroindustriales:

1. **Diseñar e implementar un plan interno de gestión y valorización de residuos**, que contemple la clasificación en la fuente, almacenamiento diferenciado, trazabilidad, y procesos de transformación primaria dentro de la planta. Este plan debe ser liderado por un equipo interdisciplinario con participación de las áreas de producción, ambiental y administrativa.
2. **Establecer alianzas estratégicas con actores del entorno regional**, como empresas agropecuarias, comercializadoras de insumos, viveros, cooperativas rurales y entidades públicas. Estas alianzas permitirán el desarrollo de cadenas de aprovechamiento de subproductos como el compost, la harina técnica o la biomasa energética, bajo esquemas de simbiosis industrial.
3. **Iniciar un proyecto piloto de aprovechamiento del cuesco y la tusa**, enfocándose en su transformación en briquetas o compost. Estos subproductos tienen alta demanda en sectores productivos de la región (bananeras, cafeteras, proyectos de agricultura urbana), y su uso puede reducir los costos de disposición y generar nuevas fuentes de ingreso.
4. **Implementar un sistema de registro y monitoreo de residuos generados**, utilizando formatos digitales o software básico que permita cuantificar

volúmenes, caracterizar materiales, estimar costos y tomar decisiones informadas. Esta base de datos será útil para evaluar el desempeño ambiental y económico de las estrategias aplicadas.

5. **Capacitar al personal operativo en prácticas de economía circular**, mediante talleres, guías técnicas y procesos de sensibilización, que les permitan comprender el valor de los residuos y asumir un rol activo en la reducción de impactos. La formación continua fortalecerá la cultura organizacional hacia la sostenibilidad.

6. **Buscar apoyo técnico y financiero en entidades públicas o de cooperación internacional**, como el Ministerio de Ambiente, CORPOURABÁ, SENA, PNUD, o fondos verdes, para implementar tecnologías limpias, mejorar infraestructura y escalar las estrategias de valorización.

7. **Replicar y divulgar la experiencia obtenida**, sistematizando el proceso de aprovechamiento de residuos como modelo de buenas prácticas empresariales en zonas PDET, lo cual puede contribuir a fortalecer la imagen institucional, acceder a certificaciones ambientales y generar impacto social positivo en el territorio.

8. Estas recomendaciones, aplicadas de manera articulada y progresiva, pueden transformar el modelo de gestión de residuos de Bioplanta, reduciendo su huella ambiental, fortaleciendo su competitividad y aportando al desarrollo sostenible de la subregión de Urabá.

Referencias

Agrotendencias. (9 de mayo de 2022). *Agrotendencia.tv.* Obtenido de Palma africana: para qué sirve, cuánto produce y beneficios.: https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/cultivo-de-la-palma-de-aceite/

Bejarano Romero, D. E. (2023). *Análisis de las estrategias para creación de valor de residuos en el contexto de modelos de negocios circulares en la agroindustria colombiana: Un estudio de caso múltiple.* Universidad Nacional de Colombia.

Benefimundo. (15 de noviembre de 2021). *Aceite De Oleína De Palma: 5 Beneficios Y Usos.* Obtenido de https://www.benefimundo.com/aceite-de-oleina-de-palma-5-beneficios-y-usos/#1_que_es_el_aceite_de_oleina_de_palma_

BIOPLANTA. (2023). *Sostenibilidad*. Obtenido de BIOPLANTA: https://bioplanta.co/sostenibilidad/

Chemical safety facts. (22 de octubre de 2022). *Chemical safety facts*. Obtenido de https://es.chemicalsafetyfacts.org/chemicals/glycerol-glycerin/

CONtextoganadero. (2015). El raquis, el elemento clave para fertilizar la palma de aceite. *CONtextoganadero*, 2.

CONtextoganadero. (2023). Torta de palmiste, valiosa fuente de energía para ganado. *CONtextoganadero*, 2.

Corzo, J. M., & Juracán, R. (2020). La palmicultura sostenible, nuestro compromiso. *La Palma*, 1-12.

Dam, J. V. (2016). *Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa.* Mexico D.F: Palmas.

Devendra, C. (2004). *Producción de alimentos obtenidos de animales en un sistema integrado con palma de aceite en Asia.* Mexico DF: Palmas.

Elbersen, W. (2013). *Residuos de aceite de palma disponibles para la bioeconomía, junto con el reciclaje de nutrientes.* Bogotá: Palmas.

F.A.O (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2020). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020: cómo superar los desafíos hídricos en la agricultura. *FAO*, 45-60.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (24 de Septiembre de 2022). *FAO*. Obtenido de https://doi.org/10.4060/cd1976en

FEDNA. (2015). *Harina de extracción de palmiste.* Madrid: FEDNA.

Garcés, I. C., & Cuéllar Sánchez, M. (1997). *Productos derivados de la industria de la palma de aceite. Usos.* Mexico D.F: Palmas.

Garces, I., & Cuellar, M. (1997). Productos derivados de la industria de la palma de aceite : usos. *Palmas*, 33-48.

García, J. Á. (2019). *Desafíos y oportunidades del aceite de palma en Europa.* 2019: Revista Palmas.

Grupo empresarial Proingra. (22 de febrero de 2022). *Brahman SAS*. Obtenido de ¿Cuál es la mejor margarina para panadería y pastelería?: https://proingra.com/cual-es-la-mejor-margarina-para-panaderia-y-pasteleria/

J, G. N. (2021). Uso de residuos agroindustriales para la producción de biofertilizantes. *Revista de Ciencia y Tecnología Agraria*, 45-60.

J, M. (2019). Impacto del compostaje de residuos agrícolas en la fertilidad del suelo. *Revista Latinoamericana de Agroecología*, 78-95.

Jaaffar, A. M. (2002). *Propiedades y usos del aceite de palmiste.* Madrid: Palmas.

Osorio Rodríguez, F. (2010). *Estrategia empresarial de Team S.A. en el procesamiento de nuevos productos alimenticios derivados de los aceites de palma.* Bogotá: Fedepalma.

Pineda-Ayala, D. M., & Durán Herrera, J. E. (2017). *Evaluación de residuos de raquis de palma de aceite como adsorbente para la remoción de tintes reactivos de soluciones acuosas.* Mexico D.F: Scielo.

Porter, M. E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones.* Mexico D.F: Vergara.

Portillo, G. (2024). Biodiesel: Una opción sostenible para reemplazar los combustibles fósiles. *Renobables Verdes*, 1-4.

Quintero, M. W., Gómez D., J., & Boyacá, A. (2007). Los polímeros de poliuretano y la industria colombiana : una oportunidad para el aceite de palma. *Revista PALMAS* , 35–4.

Rojas Pérez, L. C., Piñeros Castro, Y., & Velásquez Lozano, M. E. (2011). Producción de azúcares fermentables a partir de fibra prensada de palma de aceite pretratada biológicamente por Pleurotus ostreatus y Phanerochaete chrysosporium. *Revista ION*, 1-5.

RojasGonzález, A. F., Flórez Montes, C., & López Rodríguez, D. F. (2019). Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales. *Revista Cubana de Química*, 31-52.

Romero Sáez, M. (03 de octubre de 2022). *TecnoLógicas.* Obtenido de Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular.: https://doi.org/10.22430/22565337.2505

Romero, H. M., Forero, D. C., & Hormanza, P. (2012). *Estudios Fenologicos de Crecimiento de la Palma de Aceite Africana .* Madrid: Palmas.

Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación 6ta edicion.* Mexico D.F: McGRAW-HILL.

Teow Yeit, H., & Mohd Sobri, T. (2022). *Tecnologías de residuos cero para el desarrollo sostenible en las plantas de beneficio de aceite de palma.* México D.F: FedePalma.

Veenendaal, B. (2007). *El Rol de los polioles derivados de los aceites vegetales en el mercado global de los poliuretanos.* Mexico DF: Palma.

Woittiez , L. S., Van Wijk, M., Slingerland, M., Van Noordwijk, M., & Giller, K. (2018). *Brechas de rendimiento en el cultivo de palma de aceite: una revisión cuantitativa de factores determinantes.* Bogotá: Revista Palmas.

Yacob, S., Basri Mad., B., Mohd , A. H., & Shirai, Y. (2019). *Producción mejorada de biogás a partir de efluentes de plantas de aceite de palma mediante un proceso de tratamiento anaeróbico de escala reducida.* Malasia: Ciencia del Medio Ambiente Total.

Anexos

Productos Derivados de la palma de aceite

Productos Derivados de los Residuos de la Palma de Aceite					
Residuo	**Derivado de**	**Usos**	**Oportunidad en el mercado**	**Posibles productos**	**Contribución al medio ambiente**
Hojas de la palma de aceite	Palma de aceite	Abono orgánico, compostaje	Agricultura sostenible	Fertilizantes naturales	Reduce el uso de fertilizantes químicos
Racimos vacíos o tuza	Palma de aceite	Forraje para ganado, biomasa	Bioenergía y ganadería	Alimentos para animales, pellets de biomasa	Disminuye residuos agrícolas y genera energía renovable
Cuesco	Palma de aceite	Biocombustible, carbón activado	Energía renovable	Carbón vegetal, biochar	Reduce el consumo de combustibles fósiles
Fibras de palma prensada	Palma de aceite	Relleno industrial, biomasa	Industria textil y energía	Aislamiento térmico, pellets de biomasa	Reduce el desperdicio y fomenta la bioeconomía
Aguas de lavado y residuos de limpieza	Procesamiento del aceite	Tratamiento de aguas residuales	Gestión ambiental	Biodigestores, biogás	Disminuye contaminación hídrica
Torta de palmiste	Palmiste	Alimento para animales	Industria pecuaria	Harinas proteicas	Alternativa a concentrados convencionales
Ácido palmítico	Aceite de palma	Industria cosmética y alimentaria	Cosmética, farmacéutica	Cremas, jabones, emulsificantes	Alternativa biodegradable a químicos sintéticos
Ácido esteárico	Aceite de palma	Producción de velas, jabones y cosméticos	Industria química y cosmética	Velas, detergentes, lubricantes	Disminuye el uso de derivados del petróleo
Sodium laureth sulfate / Sodium lauryl sulfate	Aceite de palma	Tensoactivo en jabones y champús	Industria cosmética y de limpieza	Jabones líquidos, detergentes	Biodegradable, reduce contaminantes químicos
Vitamina A palmitato	Aceite de palma	Industria farmacéutica y alimentaria	Suplementos nutricionales	Vitaminas y fortificantes	Alternativa natural a compuestos sintéticos
Aguas lodosas	Procesamiento del aceite	Tratamiento de aguas	Reutilización en sistemas de riego	Fertilizantes líquidos, biogás	Reduce contaminación hídrica
Margarinas	Aceite de palma	Industria alimentaria	Sustituto de grasas animales	Margarina, cremas untables	Alternativa a grasas trans nocivas
Crema no láctea para el café	Aceite de palma	Sustituto lácteo	Alternativa para intolerantes a la lactosa	Cremas vegetales, productos veganos	Reduce el impacto ambiental de la ganadería
Glicerina	Aceite de palma	Industria cosmética y farmacéutica	Jabones y cosméticos	Jabones, cremas humectantes	Biodegradable y no contaminante
Sustituto diésel (biodiesel)	Aceite de palma usado	Biocombustible	Transporte y energía	Biodiésel	Reduce emisiones de CO_2 y dependencia del petróleo
Jabones	Aceite de palma	Higiene personal y limpieza	Industria cosmética y del hogar	Jabones sólidos y líquidos	Alternativa biodegradable a químicos sintéticos
Ácidos grasos	Aceite de palma	Industria química y alimentaria	Producción de aditivos y emulsificantes	Lubricantes, cosméticos, aditivos	Alternativa biodegradable y sostenible

Ilustración 2. Derivados de la Palma de Aceite. Elaboración Propia

Figura 1.

Recolección de fruta con búfalo



Ilustración 3: foto tomada al señor camilo Velásquez en la empresa Promotora Palmera de Antioquia.

Figura 2.

Cargue de fruta a volqueta



Ilustración 4: foto de propiedad nuestra, tomada en la empresa Promotora Palmera de Antioquia.

Figura 3.

Cosecha del fruto de palma



Ilustración 5: foto tomada en la empresa Promotora Palmera de Antioquia