

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Proceso de elaboración de papel ecológico en base a
residuos vegetales del Mercado Mayorista Acomare,
Arequipa-2024**

Karin Yaneth Chavez Pinto
Dalila Rosa Medina Arosquipa

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Julio Cesar Alvarez Barreda
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 6 de Febrero de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Proceso de Elaboración de Papel Ecológico en Base a Residuos Vegetales del Mercado Mayorista Acomare, Arequipa – 2024

Autores:

1. Karin Yaneth Chavez Pinto– EAP. Ingeniería Industrial
2. Dalila Rosa Medina Arosquipa– EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas (PALABRAS): 12 palabras
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

DEDICATORIA

Mg. Julio César Alvarez Barreda

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a Dios, quien nos ha permitido alcanzar este logro. Sin Su guía y fortaleza, nada de esto habría sido posible. Su presencia constante nos ha dado el valor y la determinación para seguir adelante en cada paso de este camino. A él le debemos todo, pues sin su amor y gracia, no somos nada.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al magíster Julio César Álvarez Barreda y a la ingeniera Polhett Corali Begazo Velásquez, por su invaluable apoyo y orientación a lo largo de nuestra tesis. Su experiencia, dedicación y confianza en nosotros fueron esenciales para superar los desafíos de este proceso. Gracias a su paciencia y guía constante, hemos logrado alcanzar metas que antes considerábamos inalcanzables. Su respaldo no solo enriqueció nuestra formación, sino que también nos motivó a culminar exitosamente este proyecto.

DEDICATORIA

A mi madre, por su amor incondicional, sacrificios y apoyo inquebrantable a lo largo de esta travesía académica; y mis hermanas, Ana Paola y Fernanda, gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi esposo Jeffrey, por su compañía y aliento en los momentos más difíciles, por las risas que iluminaron los días oscuros y por recordarme siempre que no estoy sola.

Y, sobre todo, a mis hijos perrunos que me acompañaron toda mi jornada académica y laboral.

Dalila.

Dedico esta tesis con todo mi amor a mis hijos Gonzalo, Camila y Fabiana, por ser mi mayor inspiración para alcanzar cada una de mis metas. Quiero demostrarles que, con esfuerzo y perseverancia, pueden lograr todo lo que se propongan, sin importar los obstáculos. A mi esposo Jonathan, por ser mi soporte incondicional durante este proceso. A mi familia, que ha sido fundamental en este logro. Y con especial amor, a mis padres, Hortensia y Jaime, quienes desde el cielo han iluminado siempre mi camino.

Karin.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Pregunta general.....	2
1.2.2 Preguntas específicas.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.4.1 Justificación práctica.....	3
1.4.2 Justificación ambiental.....	3
1.4.3 Justificación económica.....	4
1.5 Importancia.....	4
1.6 Delimitación del proyecto.....	4
1.6.1 Delimitación temporal.....	4
1.6.2 Delimitación espacial.....	4
1.7 Variables.....	5
1.7.1 Descripción de variables.....	5
1.7.2 Operacionalización de variable.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	6

2.1.2	Antecedentes nacionales	9
2.2	Bases teóricas	12
2.2.1	Residuos vegetales.....	12
2.2.2	Papel ecológico.....	14
2.3	Definición de términos básicos	15
CAPÍTULO III.....		17
METODOLOGÍA		17
3.1	Método, tipo y alcance de la investigación.....	17
3.1.1	Método	17
3.1.2	Tipo	17
3.1.3	Alcance.....	17
3.2	Diseño de la investigación	17
3.3	Población y muestra.....	18
3.3.1	Población	18
3.3.2	Muestra.....	18
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.4.1	Técnicas de recolección de datos	18
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5	Instrumentos de análisis de datos	19
CAPÍTULO IV.....		20
DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS.....		20
4.1	Breve descripción de la empresa y sus procesos	20
4.1.1	Ubicación y fundación del mercado ACOMARE	20
4.1.2	Historia y crecimiento.....	21
4.1.3	Actividades comerciales y productos ofrecidos.....	21
4.1.4	Capacidad y personal	22
4.2	Diagnóstico de la situación actual.....	23
4.3	Descripción de las operaciones del proceso de elaboración de papel ecológico	25
4.4	Descripción del proceso de elaboración de papel ecológico.....	26
4.5	Propiedades físicas del papel ecológico	31
4.6	Propiedades químicas del papel ecológico	32
4.7	Rendimiento de la pulpa	33
4.8	Evaluación económica.....	34
4.9	Propuesta de inversión	36
CAPÍTULO V.....		37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		37

5.1	Conclusiones.....	37
5.2	Recomendaciones	38
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
	ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de la variable	5
Tabla 2.	Cálculo de la capacidad de procesamiento de la trituradora.	27
Tabla 3.	Resumen de requerimientos y observaciones	28
Tabla 4.	Descripción del cálculo de eficiencia del proceso.	29
Tabla 5.	Rendimiento en base a la pulpa útil	31
Tabla 6.	Descriptivos de las características físicas.	31
Tabla 7.	Características de resistencia.	32
Tabla 8.	Propiedades químicas del papel	33
Tabla 9.	Rendimiento de la pulpa.	33
Tabla 10.	Costos Directos mensuales.....	34
Tabla 11.	Gastos indirectos: administrativos, ventas.....	35
Tabla 12.	Producción estimada mensual	35
Tabla 13.	Análisis costo-beneficio mensual.....	35
Tabla 14.	Propuesta de inversión	36
Tabla 15.	Recuperación de la inversión.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del mercado mayorista.....	20
Figura 2.	Puestos de venta del mercado mayorista ACOMARE. T.....	21
Figura 3.	Capacidad del mercado mayorista	22
Figura 4.	Vista exterior y superior del mercado mayorista.	23
Figura 5.	Vista previa de la tercera etapa de expansión.	24
Figura 6.	Diagrama de operaciones.....	25
Figura 7.	Diagrama de actividades de producción de 3000 kg.	26
Figura 8.	Diagrama de bloques con balance de materia	30

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo establecer el proceso de elaboración de papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE, Arequipa – 2024. La metodología incluyó la recolección de residuos vegetales, su tratamiento mediante dos técnicas: hidróxido de sodio (T1) y peróxido de oxígeno (T2), seguidas del proceso de formación de pulpa y fabricación de papel, se realizaron mediciones de las propiedades físicas, resistencia, rendimiento y análisis económico del proceso. Los resultados mostraron que, a partir de 5000 gramos de residuos vegetales, el tratamiento con T1 generó 1890 gramos de pulpa seca (rendimiento del 37.8%) y el tratamiento con T2 produjo 1895 gramos de pulpa seca (rendimiento del 37.85%); en cuanto a la cantidad de papel, por cada 100 kg de residuos procesados, se obtuvieron aproximadamente 11 085 hojas A4 (T1) y 11 099 hojas A4 (T2) con un gramaje de 50 g/m²; el análisis económico mostró una ganancia neta mensual de S/ 1,838.56, lo que confirma la viabilidad económica del proceso. En conclusión, el proceso de producción de papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE es técnicamente viable y económicamente rentable, lo que representa una solución sostenible y replicable en otras regiones.

Palabras clave: economía circular, gestión de residuos, papel ecológico, sostenibilidad.

ABSTRACT

The present study aims to establish the process for producing eco-friendly paper from vegetable waste at the ACOMARE wholesale market, Arequipa – 2024. The methodology included the collection of vegetable waste and its treatment using two techniques: sodium hydroxide (T1) and hydrogen peroxide (T2), followed by the pulp formation and paper manufacturing process. Measurements of physical properties, strength, yield, and economic analysis of the process were conducted. The results showed that from 5000 grams of vegetable waste, treatment with T1 generated 1890 grams of dry pulp (yield of 37.8%), and treatment with T2 produced 1895 grams of dry pulp (yield of 37.85%); regarding the amount of paper, approximately 11,085 A4 sheets (T1) and 11,099 A4 sheets (T2) with a weight of 50 g/m² were obtained per 100 kg of processed waste. The economic analysis revealed a net monthly profit of S/ 1,838.56, confirming the economic feasibility of the process. In conclusion, the process of producing eco-friendly paper from vegetable waste at the ACOMARE wholesale market is technically feasible and economically profitable, representing a sustainable and replicable solution for other regions.

Keywords: circular economy, waste management, eco-friendly paper, sustainability.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los grandes retos que enfrenta la humanidad es la gestión adecuada de los residuos sólidos, especialmente en las zonas urbanas. La acumulación de desechos orgánicos y vegetales representa un problema ambiental significativo, tanto por el espacio que ocupan en los vertederos como por la emisión de gases de efecto invernadero durante su descomposición. Dentro de este contexto, la búsqueda de soluciones sostenibles que aprovechen estos residuos para generar productos útiles ha cobrado relevancia en diversas industrias, incluida la industria papelera.

El papel es uno de los productos más utilizados a nivel mundial, su fabricación tradicional está asociada a la deforestación y el uso intensivo de agua y productos químicos. En respuesta a estos desafíos, se ha desarrollado la producción de papel ecológico, utilizando residuos agrícolas y vegetales, como materia prima. Este enfoque no solo contribuye a la reducción de la presión sobre los bosques, sino que también fomenta la economía circular al aprovechar residuos que de otro modo serían desechados.

En este contexto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal establecer el proceso de elaboración de papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE, en Arequipa. El mercado mayorista ACOMARE genera diariamente grandes cantidades de residuos vegetales, que hasta ahora no han sido aprovechados adecuadamente. La investigación plantea la posibilidad de utilizar los referidos residuos como una fuente de materia prima para la producción de papel, contribuyendo así a la reducción de la contaminación y promoviendo prácticas más sostenibles en la región.

Para alcanzar este objetivo, se han definido varios objetivos específicos: identificar las propiedades físicas del papel ecológico, determinar sus características de resistencia, calcular el rendimiento de la pulpa, cuantificar la cantidad de hojas obtenidas por kilogramo de residuos procesados y evaluar la viabilidad económica del proceso. La metodología utilizada incluye la recolección de residuos, su tratamiento químico y la producción de pulpa para la formación de papel, además de un análisis económico que permita determinar la rentabilidad del proyecto.

Los resultados obtenidos no solo brindarán una solución innovadora para la gestión de residuos en ACOMARE, sino que también podrían ser replicables en otras regiones del país o en mercados mayoristas similares. Asimismo, se espera que esta investigación contribuya a la promoción de productos ecológicos y sostenibles, fomentando un cambio hacia prácticas más responsables con el medio ambiente.

En los capítulos siguientes se desarrollarán en detalle los antecedentes, el marco teórico que sustenta la investigación, la metodología aplicada, los resultados obtenidos y las conclusiones finales. Además, se proporcionarán recomendaciones para la implementación del proceso a escala comercial, así como para su optimización futura.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

A nivel internacional, la industria papelera ha sido una de las principales responsables de la deforestación global, contribuyendo significativamente a la pérdida de biodiversidad y al cambio climático. Según Cabezas, Dávila, Freire, Hernández y Morales (2021) indican que la fabricación de papel, que utiliza principalmente pulpa de celulosa proveniente de árboles, consume enormes cantidades de recursos naturales como agua, energía y productos químicos. Este proceso no solo provoca la deforestación, sino también la contaminación del agua debido a los desechos tóxicos generados durante la etapa de producción, generando un impacto ambiental considerable. Además, la creciente demanda global de productos de papel ha intensificado la presión sobre los bosques, especialmente en regiones como América Latina y el sudeste asiático, donde la tala ilegal y la sobreexplotación forestal son problemas comunes. En respuesta a estos desafíos, se han explorado alternativas más sostenibles, como el uso de residuos agrícolas, incluyendo la planta de banano y otras fibras vegetales, para la producción de papel. Estas alternativas tienen el potencial de reducir la presión sobre los ecosistemas forestales y de aprovechar de una manera más eficiente los recursos naturales, contribuyendo a una economía circular y a la disminución de la huella ecológica de la industria.

En el contexto nacional, el Perú enfrenta desafíos similares debido a la creciente demanda interna de papel y los efectos negativos asociados a la deforestación y el manejo inadecuado de residuos. Según estudios, como el de Minaya et al. (2019), el uso de materias primas alternativas, como las hojas de maíz blanco, podrían ofrecer una opción más sostenible. Estas materias primas, que a menudo son desechadas en la agricultura, tienen el potencial de ser reutilizadas en la fabricación de papel, reduciendo la cantidad de residuos agrícolas que terminan en vertederos. Este enfoque no solo contribuye a disminuir la presión sobre los recursos forestales, sino que también promueve la creación de productos biodegradables que minimizan el impacto ambiental al final de su ciclo de vida. Además, la reutilización de los residuos puede fomentar la creación de nuevas cadenas de valor en el sector agrícola, impulsando la economía local y generando empleo en zonas rurales.

En Arequipa, la situación es particularmente crítica, especialmente en el mercado mayorista ACOMARE, donde se generan grandes cantidades de residuos vegetales que no son gestionados de manera adecuada. La falta de infraestructura, sumada a la ausencia de políticas públicas eficaces para el manejo sostenible de residuos, agrava los problemas ambientales

locales. Esta acumulación de desechos en áreas urbanas contribuye a la contaminación del suelo y del agua, además de generar condiciones propicias para la proliferación de enfermedades. La implementación de proyectos que utilicen estos residuos para la producción de papel ecológico no solo podría mitigar estos problemas, sino que también ofrecería una solución innovadora y sostenible que puede ser replicada en otras regiones. Al convertir los desechos en un recurso valioso, se estaría contribuyendo al desarrollo de una industria local más verde y a la creación de productos con un impacto ambiental significativamente menor.

Por lo tanto, la presente investigación no solo aborda una problemática ambiental urgente, sino que también ofrece una solución innovadora, la cual puede ser replicada a nivel nacional e internacional. El aprovechamiento de residuos agrícolas para la producción de papel ecológico permite un uso más eficiente y sostenible de los recursos disponibles, contribuyendo a la economía circular. Al reducir la dependencia de materias primas forestales, se disminuye el impacto ambiental de la industria papelera y se impulsa la adopción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente. Además, esta solución tiene el potencial de generar beneficios económicos y sociales, creando empleo y promoviendo la sostenibilidad en las comunidades locales.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Cuál es el proceso de elaboración del papel ecológico en base a residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE, Arequipa – 2024?

1.2.2 Preguntas específicas

- a) ¿Cuáles son las propiedades físicas del papel ecológico elaborado en base a residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE, Arequipa – 2024?
- b) ¿Cuáles son las características de resistencia del papel ecológico elaborado en base a residuos vegetales del mercado mayorista analizado?
- c) ¿Cuál es el rendimiento de la pulpa para la elaboración de papel ecológico en base a residuos vegetales del mercado mayorista?
- d) ¿Cuántas hojas de papel ecológico se pueden producir por cada kilogramo de residuos vegetales recolectados del mercado propuesto?
- e) ¿Cuál es el resultado de la evaluación económica del proceso de elaboración de papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Establecer el proceso de elaboración del papel ecológico en base a residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE, Arequipa – 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar las propiedades físicas del papel ecológico elaborado en base a residuos vegetales del mercado mayorista.
- b) Determinar las características de resistencia del papel ecológico elaborado en base a residuos vegetales del mercado mayorista.
- c) Calcular el rendimiento de la pulpa para la elaboración de papel ecológico en base a residuos vegetales del mercado mayorista.
- d) Cuantificar la cantidad de hojas de papel ecológico producidas por cada kilogramo en base a residuos vegetales recolectados del mercado mayorista.
- e) Evaluar el resultado económico del proceso de elaboración de papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

Este proyecto aborda una problemática ambiental significativa: el manejo de residuos orgánicos en mercados mayoristas. Al transformar estos desechos en un recurso valioso, como es el papel ecológico, no solo se promueve la reducción de residuos, sino que también se ofrece una solución económicamente viable para los comerciantes y productores locales. El impacto positivo de esta investigación se manifiesta en la creación de un nuevo producto con potencial comercial, que además contribuye a la sostenibilidad ambiental y a la promoción de prácticas de producción más limpias en la región de Arequipa.

1.4.2 Justificación ambiental

La importancia de este estudio radica en su potencial para generar un impacto significativo, tanto a nivel ambiental como económico en la región de Arequipa; en primer lugar, ofrece una solución concreta al problema del manejo de residuos vegetales, convirtiendo lo que tradicionalmente se consideraba un desecho en un recurso útil. Permitiendo la mejora de las

prácticas de gestión de residuos en mercados mayoristas y reducir la carga ambiental asociada con la disposición inadecuada de residuos orgánicos.

1.4.3 Justificación económica

Este proyecto tiene el potencial de fomentar la innovación en la industria local, abriendo nuevas oportunidades de negocio y empleo en la producción de papel ecológico. La implementación de este proceso a mayor escala podría contribuir al desarrollo económico sostenible de la región, al mismo tiempo que promueve una mayor conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y el reciclaje. Finalmente, al ofrecer una alternativa ecológica y localmente producida al papel convencional, se fortalece la capacidad de la región para liderar iniciativas sostenibles en el ámbito nacional e internacional.

1.5 Importancia

La investigación fue relevante porque ofreció una solución innovadora a la problemática del manejo de residuos sólidos orgánicos, contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental y promoviendo la economía circular. Este proyecto no solo mitigó los efectos negativos de la deforestación, al reducir la dependencia de recursos naturales, sino que también fomentó la creación de un producto sostenible y económicamente viable. Además, el estudio generó nuevas oportunidades de negocio y empleo en la región, lo que impactó positivamente en el desarrollo económico local. Desde un enfoque académico, esta investigación aportó una solución práctica a la gestión de residuos, con un modelo que pudo ser replicado en diversas localidades, contribuyendo a un desarrollo más sostenible y responsable.

1.6 Delimitación del proyecto

1.6.1 Delimitación temporal

El proyecto se desarrolló durante el mes de abril del año 2024, abarcando todas las fases, desde la recolección de residuos hasta la evaluación del papel ecológico producido.

1.6.2 Delimitación espacial

El estudio se realizó en el mercado mayorista ACOMARE del distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa, Perú, en donde se obtuvieron los residuos vegetales necesarios para la producción del papel ecológico.

1.7 Variables

1.7.1 Descripción de variables

Proceso de elaboración de papel ecológico. Etapas técnicas y procedimientos llevados a cabo para transformar residuos vegetales en papel mediante métodos sostenibles y ambientalmente responsables.

1.7.2 Operacionalización de variable

Tabla 1. Operacionalización de la variable

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Proceso de elaboración de papel ecológico	Propiedades físicas	Volumen de residuos vegetales procesados(kg). Nivel de humedad en los residuos vegetales %.
	Propiedades químicas	Eficiencia en la obtención de pulpa.
	Rendimiento del papel Propiedades del papel	Número de hojas de papel producidas Eficiencia de la pulpa. Peso específico. Capacidad de resistencia al rasgado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Andy (2020) elaboró la investigación nombrada "Elaboración de papel artesanal a base de los residuos vegetales de los tallos de maíz (*Zea Mays L*) y cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca L*)", cuyo objetivo fue desarrollar papel artesanal utilizando residuos vegetales, específicamente tallos de maíz y cáscaras de plátano, mediante la aplicación de métodos químicos específicos. Se empleó una metodología experimental que incluyó los métodos químicos de Jayme-Wise, Kurshner, y Hoffner para tratar la materia prima, y se realizaron análisis físico-químicos detallados para evaluar propiedades como humedad, cenizas, gramaje, espesor, porosidad, y resistencia a la tensión, explosión y rasgado. Los resultados mostraron que los tallos de maíz contienen un 63.66% de celulosa y las cáscaras de plátano un 51.33%, lo que permitió la formación adecuada del papel. El método de Jayme-Wise aplicado a los tallos de maíz ofreció los mejores resultados, con una humedad del 6.42%, cenizas al 4.53%, gramaje de 45.82 g/m², espesor de 0.06 mm, porosidad del 17.97% y altas resistencias a la explosión (54.86 kPa.m²/g), tensión (129.36 kN/m) y rasgado (301.59 mN). Estas características superaron las especificaciones técnicas, lo que sugiere que el papel es apto para aplicaciones comerciales, como la fabricación de bolsas para almacenar alimentos secos y semillas. En conclusión, el papel elaborado a partir de tallos de maíz y cáscaras de plátano presenta propiedades adecuadas para su uso comercial.

Cabezas, Dávila, Freire, Hernández y Morales (2021) presentaron su artículo científico denominado "Banana Paper Production". El objetivo de la investigación fue analizar la viabilidad de producir papel a partir de los residuos de la planta de banano, promoviendo un uso sostenible de los recursos naturales y reduciendo el impacto ambiental. Se llevó a cabo una metodología experimental basada en la extracción de fibras naturales del pseudotallo del banano, utilizando dos procesos diferentes que variaron en los tiempos de cocción y el tratamiento previo de las fibras. El primer proceso, con un tiempo de cocción entre 120 y 180 minutos, resultó en un papel de color marrón oscuro a medio, con texturas rígidas a medianas. El segundo proceso incluyó un tiempo adicional de remojo de 24 horas antes de la cocción, produciendo papeles de tonos beige claros y una textura más fina. Ambos tipos de papel fueron evaluados y demostraron tener buena resistencia, siendo adecuados para uso comercial, además de recibir alta aceptación en el mercado por sus propiedades ecológicas y sostenibles. En

conclusión, la producción de papel a partir de residuos de banano es una opción viable que puede contribuir significativamente a la reducción de la deforestación y fomentar el desarrollo de una economía circular, proporcionando una alternativa sostenible a los métodos tradicionales de producción de papel.

Benitez (2019) trabajó en su artículo científico denominado "Calidad de papel artesanal a partir de fibras no convencionales de cinco especies colombianas". El objetivo de la investigación fue evaluar la potencialidad de cinco tipos de fibras no convencionales de Colombia para la fabricación de papel artesanal, mediante la caracterización de sus propiedades físico-mecánicas y ópticas. La metodología experimental empleó fibras de limoncillo, canelo, bambú, papaya y fique, las cuales fueron caracterizadas microscópicamente, mientras que el papel producido fue evaluado mediante pruebas físicas estándar. Los resultados indicaron que las fibras de fique y papaya mostraron una mayor densidad y resistencia, destacándose por sus superiores propiedades mecánicas en comparación con las otras fibras. No obstante, todas las fibras demostraron ser adecuadas para la producción de papel con un gramaje superior a 100 g/m², aprovechando su aspecto rústico y coloración natural. En conclusión, el uso de fibras no convencionales, como el fique y la papaya, es viable para la fabricación de papel artesanal, especialmente en aplicaciones decorativas y de empaque, proporcionando una alternativa sostenible y rentable en regiones con escasez de recursos madereros.

Linares-Castañeda, Corzo-Ríos, Bautista-Ramírez y Gómez y Gómez (2021) publicaron su artículo científico titulado "Elaboración de un envase primario para alimentos a partir de residuos de maíz y piñón mexicano". El objetivo fue desarrollar y caracterizar un envase de papel elaborado a partir de residuos de maíz y piñón mexicano, evaluando su efectividad en la preservación de chiles serranos almacenados a temperatura ambiente. Se utilizó un método alcalino con NaOH para producir papel a partir de diferentes concentraciones de celulosa de tallos de maíz (CTM) y cáscara de piñón mexicano (CCJ), con formulaciones que variaron entre 100-0% y 80-20% de CTM-CCJ. Los resultados indicaron que la formulación seleccionada, P5 (95% CTM y 5% CCJ), presentó un gramaje de 97.0 g/m², dureza de 3112 MPa y espesor de 0.25 mm. Esta formulación demostró mejorar la firmeza, humedad, color y vitamina C de los chiles serranos en comparación con los chiles que no contaban con envase. En conclusión, el envase de papel P5 constituye una alternativa viable y sostenible para la conservación de alimentos, ya que preserva la calidad de los chiles serranos y contribuye a la reducción del impacto ambiental mediante el uso de residuos agrícolas.

Taco-Rivera, Pincay-Aguirre, Quiñonez-Alvarado, Arellano-Huertas y Chicaiza-Morales (2023) publicaron la investigación titulada "Aprovechamiento del Endocarpio del Plátano

Verde (*Musa Paradisiaca*) para la Obtención de Papel Ecológico". El objetivo del estudio fue obtener papel ecológico a partir del endocarpio del plátano verde como una alternativa para reducir el impacto ambiental. Se aplicó un diseño experimental factorial 3x3 para evaluar la proporción de celulosa del plátano y de papel reciclado, creando un total de 9 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. El proceso utilizó el método de pulpeo semi-químico, seguido de un secado al ambiente por 2 días. Los resultados mostraron que los papeles producidos presentaron un rango de gramaje entre 37,80 g/m² y 131,91 g/m², lo que indica una variabilidad significativa, según el tratamiento aplicado. El espesor de los papeles osciló entre 0,1 mm y 0,33 mm, mientras que el contenido de humedad varió de 7,46% a 14,68%. Solo algunos tratamientos cumplieron parcialmente con las normas TAPPI en términos de gramaje y espesor, pero ninguno logró cumplir con los estándares completos requeridos para la producción de papel de alta calidad. Además, los análisis indicaron que un mayor porcentaje de celulosa no mejoró necesariamente todas las propiedades físicas del papel, lo que evidenció una relación compleja entre los componentes utilizados y las características finales del producto. En conclusión, el endocarpio de plátano verde no es adecuado para la producción de papel ecológico que cumpla con estándares internacionales, lo que sugiere la necesidad de explorar otros materiales o combinaciones para mejorar las propiedades del papel.

Carbo (2024) trabajó la investigación titulada "Revisión de diferentes partes vegetales del Banano (*Musa AAA*) como alternativa para la aplicación de productos biodegradables en el Ecuador". El objetivo de la investigación fue identificar productos biodegradables, utilizando diferentes partes vegetales del banano, como el pseudotallo, raquis y hojas, con el fin de innovar y agregar valor a la producción ecuatoriana. La metodología incluyó una revisión bibliográfica y el análisis de artículos científicos recientes que exploran las propiedades y aplicaciones potenciales de estas partes vegetales en la elaboración de bioplásticos y papel maché. Los resultados revelaron que el pseudotallo del banano, debido a su alto contenido de celulosa (40-50%), hemicelulosa (15-25%), lignina (20-30%) y almidón, es especialmente adecuado para la producción de bioplásticos. Estos bioplásticos mostraron tener propiedades físicas y mecánicas adecuadas, como resistencia y flexibilidad, lo que los hace aptos para fabricar envases, utensilios desechables y bolsas. Las hojas de banano, por su parte, son ideales para la fabricación de papel maché y productos de embalaje gracias a sus fibras largas y flexibles, con un alto contenido de celulosa, lo que proporciona buena resistencia y durabilidad. El raquis, además, se identificó como una fuente viable de fibra para la producción de papel y cartón, demostrando propiedades satisfactorias de resistencia a la tracción y capacidad de absorción de humedad. En conclusión, las partes vegetales del banano presentan un alto potencial como materia prima para la producción de productos biodegradables, contribuyendo a la economía circular y reduciendo el impacto ambiental en Ecuador.

Montero, Clemente y Rosas (2021) elaboraron el artículo científico titulado "Desarrollo de papel artesanal a base de desechos agroindustriales tomando en cuenta el ciclo de vida del producto". El objetivo del estudio fue desarrollar un nuevo tipo de papel artesanal utilizando residuos agroindustriales y comparar sus propiedades con las del papel industrial, empleando un enfoque de ciclo de vida. La metodología se dividió en cuatro etapas: (1) investigación de campo y bibliográfica, (2) diseño experimental con diversas formulaciones de fibras y aditivos, (3) desarrollo del producto a través de un diagrama de proceso de operaciones para la fabricación del papel artesanal, y (4) evaluación y comparación del ciclo de vida entre el papel artesanal y el industrial. Los resultados de las pruebas físicas indicaron que el papel artesanal, compuesto por un 70% de aditivo y un 30% de fibra, presentó mayor resistencia al doblado, una mejor absorbencia, un grosor de 16 micras y una densidad superior en comparación con otras formulaciones. Además, el papel demostró ser adecuado para escritura, impresión por inyección de tinta y pintura con acuarela, superando algunas propiedades del papel industrial. En conclusión, el papel artesanal desarrollado a partir de residuos agroindustriales no solo reduce el impacto ambiental al sustituir la madera y los aditivos químicos comúnmente empleados en la producción de papel industrial, sino que también presenta características físicas óptimas para su uso en artes plásticas y documentación, fomentando un enfoque más sostenible dentro de la industria del papel.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Arias (2023) realizó la investigación titulada "Elaboración de papel biodegradable a base de residuos vegetales de *Mangifera indica* y *Ananas comosus* procedente del mercado Pacocha, Ilo - 2023". El objetivo de la investigación fue elaborar papel biodegradable utilizando residuos vegetales de *Mangifera indica* (mango) y *Ananas comosus* (piña), recolectados del mercado Pacocha en Ilo, Perú. La metodología aplicada fue de tipo cuantitativa, explicativa y experimental, con tres tratamientos distintos para procesar los residuos vegetales: hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio y peróxido de oxígeno. Se evaluaron las características físicas, de resistencia y el rendimiento de la pulpa obtenida. Los resultados mostraron que el papel tratado con hidróxido de sodio tuvo un gramaje de 85.80 g/m² y una blancura del 21.70%, mientras que el tratamiento con hipoclorito de sodio presentó la mayor resistencia al rasgado (12.50 mN) y la menor absorción de agua (181.00 g H₂O/m²). El rendimiento de pulpa seca fue similar en los tres tratamientos, con un promedio del 26.3%, lo que permitió obtener 29 hojas por cada 5 kg de residuos. En conclusión, la investigación demuestra que es viable producir papel biodegradable de calidad a partir de residuos vegetales, optimizando su uso mediante distintos tratamientos químicos, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y al aprovechamiento de recursos agroindustriales.

Por su parte, Figueroa y Japay (2023) realizaron la investigación titulada "Elaboración de papel ecológico a base de residuos orgánicos de *Passiflora edulis* y *Persea americana* provenientes de una agroindustria en Chilca". El objetivo fue elaborar papel ecológico utilizando residuos. La metodología fue de tipo aplicada con un diseño experimental y enfoque cuantitativo. Se recolectaron 25 kg de cáscaras de maracuyá y 25 kg de palta. Los resultados indicaron que el diseño, con 75% de cáscara de maracuyá y 25% de palta, presentó las mejores propiedades físicas (gramaje, espesor, permeabilidad) y mecánicas (tensión, alargamiento, rasgado). El diseño superó a otros, como el de 50% cáscara de cada fruto, que produjo papel más grueso, tipo cartulina. En cuanto a cifras, las pruebas mostraron que el gramaje fue de 175.12 g/m², mientras que la resistencia a la tensión fue de 6.709 kN para el mejor diseño. Se concluyó que el uso de estos residuos es viable para la producción de papel ecológico.

Flores, Nava, García, Platero y Baldovinos (2022) publicaron su libro nombrado "Autosustentabilidad en la elaboración de productos a base de papel reciclado". El objetivo del estudio fue elaborar productos autosustentables a partir de papel reciclado obtenido de las oficinas de la Universidad Hipócrates, como una alternativa para reducir la contaminación ambiental. La metodología empleada fue una investigación cuantitativa de tipo experimental, realizada a escala de laboratorio. Los resultados indicaron que los productos fabricados con placas de papel reciclado presentaron una resistencia adecuada para su uso en escritura y dibujo. Las pruebas demostraron que el proceso es eficaz para producir papel de diversos grosores y aplicaciones, además de reducir la contaminación por tintas químicas, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental. En conclusión, el reciclaje de papel mediante un proceso autosustentable puede generar productos útiles y ecológicos, disminuyendo el impacto ambiental y promoviendo prácticas sostenibles en instituciones educativas y otras organizaciones.

Paredes (2021) ejecutó la investigación titulada "Propuesta de aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru en el distrito de Juliaca". El objetivo fue proponer alternativas para el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca. La metodología utilizada fue cuantitativa, no experimental y aplicada, y se llevó a cabo un análisis de residuos sólidos mediante encuestas a 70 puestos seleccionados. Los resultados revelaron que el 80% de los vendedores tienen conocimiento sobre la generación de residuos sólidos, aunque solo el 51.5% están familiarizados con su aprovechamiento y valorización. Los residuos más comunes identificados fueron comida (24.13%), orgánicos (17.41%), papel (16.97%) y plástico (16.30%). Entre las alternativas más viables se encontraron el compostaje y vermicompostaje para los residuos orgánicos, así como la producción de briquetas a partir de papel y cartón. En

conclusión, es posible implementar alternativas sostenibles de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos en el mercado Túpac Amaru, lo que puede mejorar la gestión de residuos, reducir la contaminación y generar beneficios económicos para los comerciantes.

Cieza (2020) desarrolló la investigación titulada "Utilización de la corona de piña (*Ananas comosus*) para la elaboración de papel ecológico artesanal, Chiclayo". El objetivo del estudio fue elaborar papel ecológico artesanal utilizando la corona de piña (*Ananas comosus*) como materia prima, con el fin de aprovechar los residuos generados en los mercados de Chiclayo. La metodología fue de tipo experimental, implementando tres procesos diferentes: sin blanqueo, con blanqueo de la hoja cortada en trozos pequeños y con blanqueo de la hoja entera. Los resultados indicaron que el tratamiento sin blanqueo produjo un gramaje óptimo de 86,26 g/m² y un grosor de 116 micras. Los tratamientos con blanqueo resultaron en una mayor blancura (59,5%) y mejor resistencia al rasgado (12,2 mN·m²/g). En todos los procesos, la pulpa obtenida fue estable, lo que permitió la producción de 29 hojas de papel ecológico tamaño A4. En conclusión, es factible producir papel ecológico a partir de la corona de piña, lo que contribuye significativamente a la reducción de residuos orgánicos y ofrece un producto biodegradable y sostenible para la comunidad de Chiclayo, promoviendo una alternativa ecológica en la gestión de desechos agrícolas.

Huamán y Tapia (2020) realizaron la investigación titulada "Aprovechamiento de residuos orgánicos agroindustriales para la elaboración de papel ecológico: Revisión Sistemática". El objetivo de esta investigación fue determinar el residuo orgánico agroindustrial con mejores características para la industrialización de papel ecológico, a través de una revisión sistemática. La metodología consistió en un análisis documental de 43 estudios sobre el uso de residuos orgánicos agroindustriales en la fabricación de papel ecológico. Los datos se recopilaron mediante fichas de recolección, clasificando la información en categorías y subcategorías según las propiedades de los residuos y sus aplicaciones. Los resultados indicaron que los residuos de caña de azúcar son los más abundantes, con una producción anual de hasta 234 millones de toneladas, y un contenido de celulosa que oscila entre el 39% y el 70%. Además, se concluyó que los métodos de pulpeo más adecuados para la producción de papel ecológico son el mecánico y el biológico, debido a su bajo impacto ambiental. En conclusión, los residuos de caña de azúcar resultaron ser los más apropiados para la industrialización del papel ecológico por su alta disponibilidad y elevado contenido de celulosa, lo que los convierte en una opción viable y sostenible para este fin.

Reyes (2020) ejecutó la investigación titulada "Elaboración de bioplástico a partir de almidón durante el período 2011-2019". La finalidad de la investigación fue desarrollar bioplásticos a

partir de almidón utilizando residuos orgánicos, con el fin de reducir la contaminación ambiental. La metodología consistió en una investigación documental que analizó la materia prima, los equipos y las metodologías empleadas en la producción de bioplásticos derivados del almidón durante el período 2011 - 2019. La revisión incluyó la evaluación de 14 estudios sobre la extracción de almidón y la fabricación de bioplásticos. Los resultados indicaron que los bioplásticos obtenidos a partir del almidón, especialmente de fuentes como la yuca, la papa y otros tubérculos, muestran buenas propiedades mecánicas y biodegradabilidad. Además, el uso de residuos agroindustriales, como cáscaras y semillas, proporciona una fuente sostenible de materia prima para este tipo de bioplásticos. En conclusión, la producción de bioplásticos a partir de almidón es una alternativa viable y sostenible a los plásticos convencionales, ya que permite reducir el impacto ambiental y promueve prácticas más ecológicas en la industria del embalaje y otros sectores.

Minaya-Luna, Galarreta-Oliveros, Símpalo-López y Miñan-Olivos (2018) presentaron su investigación titulada "Elaboración de papel biodegradable a partir de hojas de maíz blanco (*Zea mays* L.)". El objetivo de la investigación fue estudiar la obtención de pulpa celulósica para la producción de papel biodegradable utilizando hojas de maíz blanco como materia prima alternativa. La metodología consistió en un proceso que incluyó el secado de las hojas de maíz, su molienda, cocción en hidróxido de sodio a 95°C, blanqueado con peróxido de hidrógeno y moldeado del papel. Los resultados indicaron que la concentración óptima para obtener la mayor luminosidad del papel fue del 2.31% de hidróxido de sodio y 20.19% de peróxido de hidrógeno, logrando una luminosidad de 98.98. Se observó que un mayor porcentaje de peróxido de hidrógeno aumentó la luminosidad del papel, especialmente cuando se utilizaban concentraciones más bajas de hidróxido de sodio. En conclusión, el estudio demuestra que es viable producir papel biodegradable de alta luminosidad a partir de hojas de maíz blanco, proponiendo así una alternativa sostenible a la pulpa de celulosa tradicional obtenida de árboles, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Residuos vegetales

Los residuos sólidos se componen principalmente de desechos domésticos, y la generación de estos residuos varía según factores culturales relacionados con los ingresos, hábitos de consumo, nivel de desarrollo y estándar de calidad de vida. Los sectores con mayores ingresos tienden a generar un mayor volumen de residuos, los cuales suelen tener un valor más alto en comparación con los residuos provenientes de sectores con menos recursos (Ascanio, 2017).

Los residuos sólidos están mayoritariamente constituidos por desechos domésticos, y su generación fluctúa en función de factores culturales asociados con los ingresos, hábitos de consumo, nivel de desarrollo y calidad de vida. Los sectores con mayores ingresos tienden a producir un mayor volumen de residuos, que generalmente tienen un valor agregado superior en comparación con los desechos generados por sectores más pobre (Ministerio del Ambiente [MINAN], 2016).

La gestión de residuos se refiere al conjunto de actividades técnicas y administrativas llevadas a cabo para manejar los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final. Los residuos, considerados indeseables por quienes los generan tras su uso, provienen de diversas actividades humanas, incluyendo establecimientos comerciales, mercados, fábricas, hospitales, vías públicas y escuelas, entre otros. Sin embargo, con un tratamiento adecuado, pueden volverse útiles al ser reutilizados mediante procesos de reciclaje (Novoa ,2021).

El objetivo principal del manejo adecuado de los residuos o desechos es minimizar al máximo los riesgos para la salud de la población, la comunidad y, en consecuencia, proteger el medio ambiente. Estos riesgos surgen principalmente debido al manejo inadecuado de los diversos tipos de desechos generados, especialmente aquellos que, por su naturaleza infecciosa, presentan un alto nivel de peligrosidad (Chucuya, 2016).

El tratamiento adecuado de los residuos está adquiriendo un lugar cada vez más relevante en la sociedad, principalmente debido a la magnitud del problema que representa. Esto no solo se debe al aumento en la cantidad de desechos producidos, sino también a la aparición de nuevos tipos de productos y al creciente impacto de enfermedades que afectan tanto a la salud de la población como a los animales, las cuales están estrechamente vinculadas con el manejo inadecuado de los desechos (Ramos y Villena, 2023).

La segregación de residuos sólidos es el proceso mediante el cual las personas pueden separar de manera adecuada y eficiente los distintos tipos de materiales desechados. Este acto contribuye activamente a una sociedad más limpia y sostenible, ya que permite reducir la cantidad de desperdicios y facilita el aprovechamiento de los residuos a través del reciclaje y la reutilización (Olivero y Martínez, 2021).

Como parte de la segregación de residuos sólidos, es importante considerar que existen diferentes tipos de productos, los cuales deben ser tratados de acuerdo con su naturaleza (Peñaranda, 2017):

- Productos reciclables: estos son materiales que pueden ser reutilizados si se separan adecuadamente, incluyendo papel, cartón, vidrio, plásticos y envases.
- Productos biodegradables: son aquellos que pueden descomponerse de forma natural, como restos de comida, cáscaras de frutas, forraje para animales, entre otros. Estos productos suelen transformarse en compost.
- Baterías y productos electrónicos: este tipo de productos deben ser separados y depositados en lugares específicos para su tratamiento, debido a su alto potencial contaminante, lo que los convierte en una amenaza para el equilibrio del ecosistema.

El reaprovechamiento de residuos sólidos implica obtener un nuevo beneficio de un bien que ya ha sido utilizado. Para lograr esto, es necesario agrupar y clasificar los residuos, lo que permite su manipulación adecuada. Por lo tanto, es fundamental separar y distinguir entre materiales orgánicos e inorgánicos, así como entre residuos secos y húmedos (SINIA, 2017).

En cuanto a los residuos sólidos orgánicos, los procesos comienzan con la segregación en el lugar de origen, lo cual permite llevar a cabo un tratamiento adecuado y sostenible en las plantas de procesamiento. Este enfoque facilita su posterior aprovechamiento al convertirlos en compost, que puede ser utilizado en aplicaciones agrícolas (Morales y Chancos, 2021).

Cualquier producto que se considere un residuo pasa por un conjunto de procesos que conforman un sistema de manejo. La primera de las operaciones es el almacenamiento en su lugar de origen, ya que los residuos generados no pueden ser eliminados de inmediato. Por lo tanto, es necesario disponer de un tiempo, un depósito y un espacio adecuados para mantenerlos hasta que puedan ser evacuados o retirados de manera oportuna (Figuroa, 2008).

2.2.2 Papel ecológico

El papel ecológico, también denominado papel artesanal o reciclado, se refiere al proceso de reutilización de diversos tipos de residuos para crear una nueva hoja de papel. Este proceso confiere al papel características únicas como su textura, color, aroma y grosor. Una de las ventajas más destacadas de esta técnica es que puede llevarse a cabo en espacios reducidos y sin la necesidad de contar con conocimientos técnicos especializados, ofreciendo una nueva vida a los residuos a través del reciclaje (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 2017).

En esa línea, Quintero (2019) sostiene que se trata de un tipo de papel elaborado manualmente por artesanos, hoja por hoja, que destaca por sus cualidades de tacto y calidad, superiores a las de otros papeles y fácilmente reconocibles al contacto. Los materiales utilizados en su fabricación son de origen natural, provenientes de fuentes agrícolas.

En la actualidad, la madera, proveniente principalmente de bosques de coníferas, es la principal fuente de fibras para la producción de pulpa. Sin embargo, el uso de fibras de bosques tropicales y boreales ha ido en aumento. La industria del papel y sus derivados se encuentra entre las más grandes a nivel global, con fábricas en más de 100 países y empleando directamente a aproximadamente 3.5 millones de trabajadores (León y Fuentes, 2012).

a) Propiedades químicas

La eficiencia en la obtención de pulpa es un indicador fundamental dentro de las propiedades químicas del papel ecológico. El proceso implica la transformación de los residuos vegetales en una pulpa adecuada para la fabricación del papel. Factores como la composición química de los residuos, incluyendo la presencia de lignina, celulosa y hemicelulosa, influirán directamente en la calidad del papel producido (Figuroa y Japay, 2023).

b) Rendimiento del papel

El rendimiento del papel ecológico se mide en función del número de hojas que pueden ser producidas por cada kilogramo de residuos vegetales procesados, dependiendo de la eficiencia del proceso de pulpeo y de la cantidad de residuos que se puedan transformar en papel utilizable. El proceso de obtención de la pulpa debe ser optimizado para maximizar la cantidad de hojas producidas sin comprometer la calidad del papel (Montagud, 2020).

c) Propiedades físicas

Dentro de las propiedades del papel destacan la eficiencia de la pulpa, el peso específico del papel y su capacidad de resistencia al rasgado; la eficiencia de la pulpa hace referencia a la cantidad de materia prima que es aprovechada para la elaboración de una hoja de papel de buena calidad, el peso específico, que se relaciona directamente con el gramaje, determina la densidad del papel. Finalmente, la resistencia al rasgado es crucial para garantizar que el papel sea lo suficientemente duradero para aplicaciones prácticas, como la escritura o la impresión, sin que se rompa con facilidad (Montagud, 2020).

2.3 Definición de términos básicos

- a) Biodegradabilidad: hace referencia a la capacidad de un material para descomponerse de forma natural sin causar daño al medio ambiente. Los productos biodegradables, como el papel ecológico, reducen el impacto ambiental y promueven la sostenibilidad (Huamán y Tapia, 2020).

- b) Compost: es el resultado de la descomposición de residuos orgánicos bajo condiciones controladas. El compost producido a partir de residuos vegetales se utiliza como fertilizante natural en la agricultura (Ramos y Villena, 2023).
- c) Espesor: el espesor del papel se refiere al grosor de la hoja y se relaciona directamente con su rigidez. Un mayor espesor proporciona mayor durabilidad y resistencia, lo que lo hace adecuado para aplicaciones específicas como el embalaje (Montagud, 2020).
- d) Gramaje: es una medida que define el peso del papel por metro cuadrado. El gramaje es un indicador de la calidad del papel; a mayor gramaje, mayor será la resistencia y calidad del producto final (Montagud, 2020).
- e) Opacidad: propiedad que mide la capacidad del papel para evitar el paso de la luz. Un papel con mayor opacidad es más adecuado para impresiones a doble cara, ya que minimiza la transparencia (Montagud, 2020).
- f) Pulpa de papel: es el material base para la fabricación de papel, compuesto por fibras vegetales extraídas de residuos orgánicos o materiales reciclados. La pulpa determina las propiedades físicas del papel producido (Minaya et al., 2018).
- g) Residuos vegetales: se refiere a los restos orgánicos generados por la industria agrícola y los mercados, como frutas, verduras, cáscaras y hojas. Estos residuos pueden ser reciclados o transformados en productos como compost o papel biodegradable (Huamán y Tapia, 2020).
- h) Rugosidad: es la medida de la irregularidad superficial del papel. La rugosidad influye en la forma en que el papel absorbe tinta, lo que es relevante para la calidad de impresión (Montagud, 2020).
- i) Sostenibilidad: es el concepto que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos para las generaciones futuras. En el contexto del papel ecológico, implica el uso eficiente de residuos y la promoción de procesos productivos responsables (Ascanio, 2017).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método, tipo y alcance de la investigación

3.1.1 Método

La investigación utilizará el método lógico-deductivo, que consiste en partir de principios generales y teorías ya establecidas para llegar a conclusiones específicas aplicables al contexto del estudio (Hernández, 2018). El enfoque permitirá formular hipótesis basadas en el conocimiento existente sobre la reutilización de residuos vegetales para la producción de papel ecológico y verificar su validez a través de experimentos y análisis.

3.1.2 Tipo

El tipo de investigación es aplicada, ya que busca resolver un problema práctico mediante la implementación de un proceso de producción de papel ecológico a partir de residuos vegetales (Carrasco, 2018). La investigación no solo se orientó a generar conocimientos teóricos, sino que también pretendió desarrollar una solución innovadora y sostenible que pudiera ser aplicada en contextos reales.

3.1.3 Alcance

El alcance de la investigación es descriptivo, lo que implica que busca identificar y detallar las características y comportamientos de un fenómeno específico (Gómez, 2020). La investigación buscó analizar la eficiencia del método propuesto y evaluar las propiedades del producto final en términos de calidad y viabilidad, sin profundizar en las relaciones causales o mecanismos subyacentes.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de tipo no experimental, ya que se centró en la observación y el análisis de la relación entre variables sin manipular deliberadamente ninguna de ellas (Supo, 2015). En este estudio, el enfoque fue evaluar cómo las diferentes etapas y condiciones del proceso de elaboración de papel ecológico a partir de residuos vegetales influyeron en las propiedades del papel producido, basándose en datos observacionales y análisis de procesos ya existentes en lugar de intervenir directamente en las variables.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Según Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales (2016) la población se define como el conjunto de casos delimitados y accesibles que cumplen con los criterios de selección establecidos por el investigador. En este sentido, la población de la presente investigación estuvo conformada por la cantidad de residuos vegetales en buen estado, a excepción de los residuos descompuestos que se desechan, recabados durante los sábados del mes de abril de 2024, estimada en aproximadamente 500 a 700 kilogramos por semana.

3.3.2 Muestra

De acuerdo con Carrasco (2018) la muestra es un grupo representativo de la población total, lo que significa que una proporción de la población permite inferir los resultados hacia el conjunto total. Es una muestra no probabilística por conveniencia supeditada a la cantidad de residuos que se acopian del mercado ACOMARE. En esta investigación, la muestra estuvo constituida por la recolección de 2 muestras de 5 kilogramos de residuos vegetales, que fueron generados por los puestos del mercado mayorista ACOMARE.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica que se empleó en la investigación fue la observación. Permitió examinar el fenómeno, hecho o caso, recopilar la información y registrarla para su análisis posterior (Carrasco, 2018).

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

El instrumento que se utilizó para la recolección de la información requerida fue la ficha de observación. Mediante esta ficha se registraron las actividades, el tiempo, los incidentes y otros datos relevantes para la investigación. Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales (2016) indicaron que la ficha de observación es un recurso aplicado para medir situaciones extrínsecas e intrínsecas relacionadas con personas, actividades, emociones, entre otros, utilizando indicadores y criterios previamente establecidos.

3.5 Instrumentos de análisis de datos

El análisis de los datos recolectados se realizó mediante técnicas de análisis descriptivo, con el objetivo de describir y organizar las propiedades físicas y mecánicas del papel ecológico producido a partir de residuos vegetales. Se calcularon medidas de tendencia central como la media y la mediana, junto con medidas de dispersión como la desviación estándar, para proporcionar una visión clara del comportamiento de las variables observadas. Estos análisis permitieron identificar patrones y características relevantes del papel ecológico, como el espesor, gramaje y resistencia, sin inferir relaciones causales o hipótesis.

El software Microsoft Excel se utilizó como herramienta para procesar y presentar los datos, facilitando la creación de tablas y gráficos que representaron de manera clara los resultados obtenidos. La visualización de los datos a través de histogramas y gráficos de barras permitió una interpretación más precisa y accesible de los resultados, asegurando que los hallazgos fueran fácilmente comprensibles y aplicables en el contexto del estudio.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Breve descripción de la empresa y sus procesos

4.1.1 Ubicación y fundación del mercado ACOMARE

El mercado de abasto ACOMARE, ubicado en el kilómetro 3.5 de la Vía de Evitamiento en el distrito de Cerro Colorado, Arequipa, es uno de los principales centros de abastecimiento y comercio en la región sur del Perú. El mercado fue fundado el 16 de julio de 2020, en respuesta a la emergencia sanitaria provocada por la pandemia del COVID-19, cuando muchos mercados tradicionales de los distritos de Arequipa cerraron sus puertas. Un grupo de comerciantes visionarios, decididos a no dejarse vencer por las adversidades, se organizaron y trasladaron su actividad comercial a esta nueva ubicación, donde crearon la Asociación de Comerciantes Mayoristas de Arequipa (ACOMARE).

Desde su fundación, ACOMARE ha crecido rápidamente hasta convertirse en un referente de abastecimiento en el sur del país, no solo por la variedad de productos que ofrece, sino también por su enfoque en la calidad y satisfacción del cliente. Actualmente, ACOMARE está en su tercera fase de ampliación, con el objetivo de invitar a más comerciantes del sur del país a unirse a este próspero mercado.

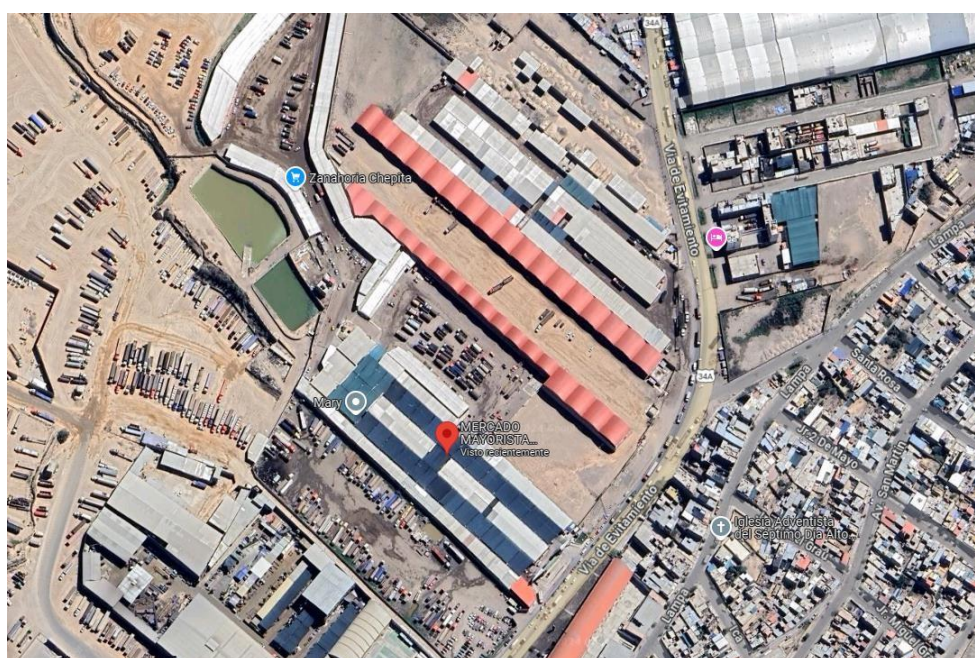


Figura 1. Ubicación del mercado mayorista ACOMARE. Tomada de «Página de ACOMARE Mayorista», por Mercado Mayorista ACOMARE. 2022.

4.1.2 Historia y crecimiento

El origen de ACOMARE está ligado a una necesidad urgente de reestructuración en el sistema de abastecimiento de Arequipa, motivada por la pandemia. Lo que comenzó como una iniciativa local ante una crisis, se ha consolidado, en solo cuatro años, como uno de los centros de abasto más importantes del sur de Perú. ACOMARE, bajo la dirección de Raúl Loayza, ha mantenido un enfoque en la expansión continua, respondiendo a la creciente demanda de comerciantes y clientes. La meta de sus fundadores fue crear un mercado autosostenible, con un fuerte compromiso hacia la comunidad, lo que se ha visto reflejado en su rápido crecimiento y éxito.

4.1.3 Actividades comerciales y productos ofrecidos

El mercado mayorista ACOMARE se posiciona como un referente en la distribución directa de productos frescos y de alta calidad, manteniendo una conexión directa entre los productores y los consumidores; su enfoque principal es garantizar que los productos lleguen del campo a la mesa con la mayor frescura posible. Los distribuidores y comerciantes que operan en el mercado ofrecen una amplia gama de productos, cubriendo diversas categorías como abarrotes, frutas, verduras, carnes, productos lácteos, granos y productos regionales de Tacna y Tambo. Además, el mercado también dispone de menestras, aceite de oliva, ajos, camote, cebolla, choclo, zanahorias, papas, entre otros productos que cumplen con las necesidades de sus compradores, tanto minoristas como mayoristas.



Figura 2. *Puestos de venta del mercado mayorista ACOMARE. Tomada de « Archivo personal »2024.*

ACOMARE destaca no solo por su amplia oferta de productos, sino también por su capacidad de brindar servicios integrales; además de contar con una distribución constante de productos,

el mercado tiene una infraestructura moderna con amplias vías para facilitar la circulación de compradores y comerciantes, además cuenta con vigilancia continua. Un sistema de cámaras de seguridad está conectado directamente con la comisaría del distrito, lo que garantiza la seguridad dentro del mercado. Los comerciantes tienen la posibilidad de adquirir stands que varían entre 20 y 100 m², permitiendo que tanto pequeños como grandes vendedores tengan un espacio para ofrecer sus productos.



Figura 3. Capacidad del mercado mayorista. Tomada de «Página de Facebook», por Mercado Mayorista ACOMARE. 2022.

4.1.4 Capacidad y personal

El mercado mayorista ACOMARE emplea actualmente a más de 100 personas que desempeñan diversas funciones, desde la gestión administrativa y logística hasta tareas de limpieza, seguridad, y manejo de inventarios. El equipo administrativo se encarga de coordinar las operaciones diarias, mientras que el personal de logística asegura que los productos lleguen y se distribuyan de manera eficiente dentro del mercado. Además, el personal de limpieza garantiza que las instalaciones se mantengan higiénicas, y el equipo de seguridad, apoyado por un sistema de cámaras conectado a la comisaría local, vigila constantemente las áreas para mantener un entorno seguro tanto para comerciantes como para compradores.

ACOMARE cuenta con más de 500 comerciantes, quienes ocupan diversos puestos de venta, movilizando más de 100 toneladas de productos diariamente, convirtiendo al mercado en un importante centro de distribución de alimentos no solo para Arequipa, sino también para otras regiones del sur del Perú. Además, el mercado emplea de manera temporal a estibadores y

montacarguistas durante los días de mayor actividad, asegurando que el transporte y la descarga de productos se realice de manera rápida y eficiente.



Figura 4. *Vista exterior y superior del mercado mayorista. Tomada de «Página de Facebook», por Mercado Mayorista ACOMARE. 2022.*

4.2 Diagnóstico de la situación actual

El mercado mayorista ACOMARE enfrenta desafíos significativos en cuanto a la gestión de residuos sólidos debido al alto volumen de productos perecibles que se comercializan diariamente. Actualmente, se estima que el mercado genera aproximadamente 695.36 kg de residuos sólidos diarios, de los cuales un 60% son residuos orgánicos, principalmente cáscaras, restos de frutas y verduras en mal estado. Esta acumulación masiva de residuos representa uno de los principales retos que debe ser gestionado de manera eficiente para evitar impactos negativos en el medio ambiente y asegurar un entorno limpio y saludable tanto para los comerciantes como para los compradores.

El mercado ha implementado áreas específicas para la acumulación de residuos orgánicos, y cuenta con contenedores distribuidos estratégicamente, aunque el sistema actual solo recolecta alrededor del 80% de los residuos totales generados, lo que deja un margen considerable de residuos sin gestionar adecuadamente. Actualmente, un equipo de 20 estibadores manuales se encarga de eliminar los residuos de manera periódica, evitando su acumulación excesiva. Sin embargo, la capacidad de recolección enfrenta limitaciones debido a la infraestructura inadecuada y la falta de tecnología avanzada para el manejo de residuos.

A pesar de estas iniciativas, el mercado aún no cuenta con un sistema de reciclaje completamente integrado. El Departamento de Instrumentos de Gestión ha comenzado a sensibilizar a los comerciantes sobre la importancia de separar los residuos reciclables, como plástico, cartón, vidrio y papel, lo que demuestra un compromiso creciente con la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, solo el 30% de los comerciantes participa activamente en estas prácticas de separación de residuos.

Además, la Municipalidad de Cerro Colorado ha mostrado interés en apoyar la implementación de un programa de reciclaje y compostaje, con el objetivo de reducir en un 15% la cantidad de desechos enviados al relleno sanitario. Esta iniciativa transformaría los residuos en recursos útiles, como compost, beneficiando a la comunidad agrícola circundante.

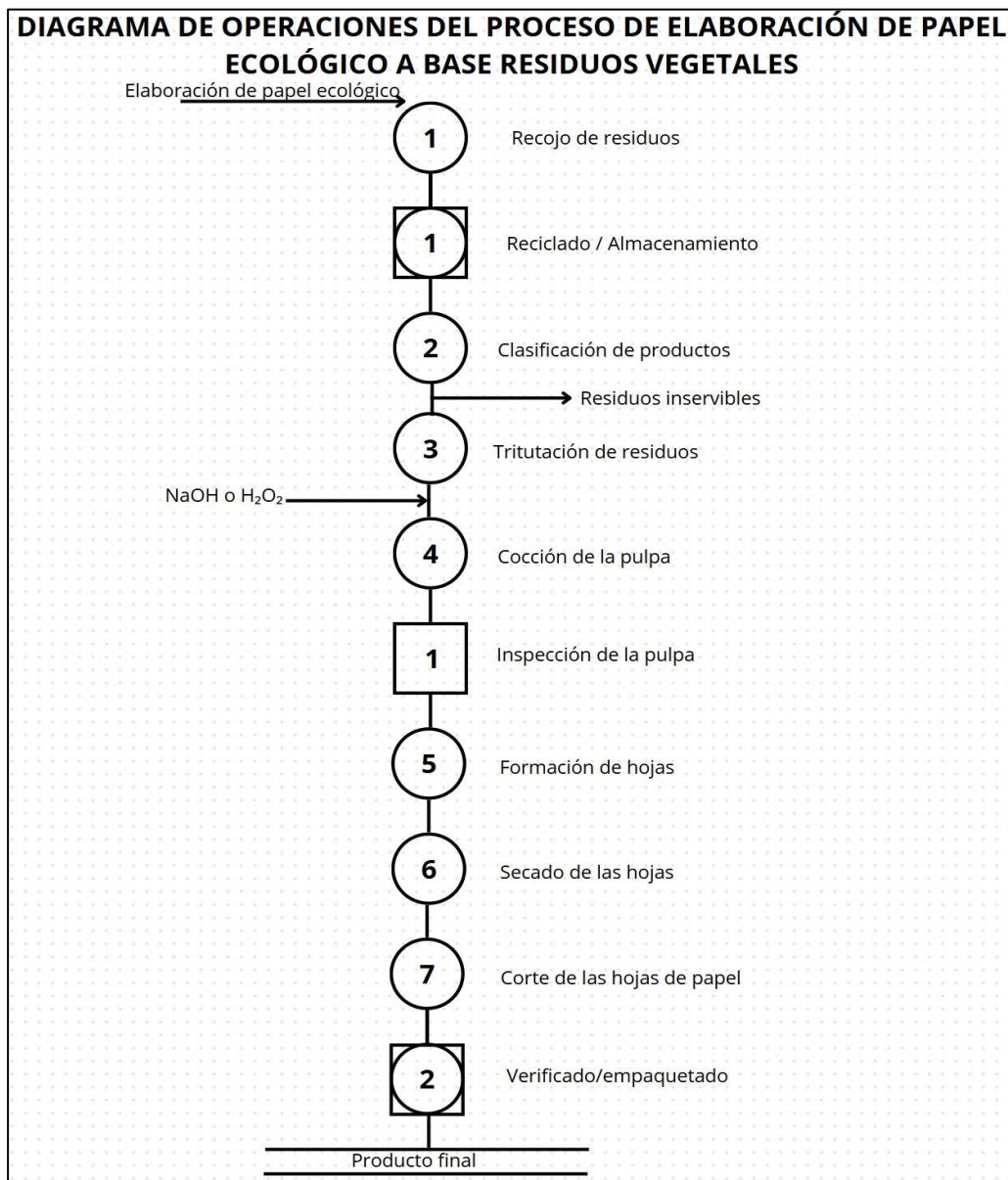
El diagnóstico actual revela que, aunque se han implementado medidas iniciales para el manejo de residuos sólidos, aún queda mucho por hacer en términos de infraestructura y educación ambiental. La ampliación de las instalaciones del mercado, prevista en la tercera etapa de expansión, ofrece una oportunidad única para mejorar el sistema de gestión de residuos, incluyendo la instalación de una planta de compostaje y un centro de reciclaje dentro del mercado. De esa forma, se reforzará su compromiso con la sostenibilidad a largo plazo y mejorará significativamente la capacidad de manejo de los 695.36 kg de residuos sólidos que se generan diariamente.



Figura 5. *Vista previa de la tercera etapa de expansión. Tomada de «Página de Facebook», por Mercado Mayorista ACOMARE. 2022.*

4.3 Descripción de las operaciones del proceso de elaboración de papel ecológico

El Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) detalla de las principales operaciones y las inspecciones necesarias en la producción de papel ecológico, desde la recolección de los residuos hasta el almacenamiento del papel terminado.



ACTIVIDAD	SIMBOLO	Nº
Operación	○	7
Inspeccion	□	1
Combinada	◻	2

Figura 6. Diagrama de operaciones. Tomada de «Archivo personal».

4.4 Descripción del proceso de elaboración de papel ecológico

El Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) detalla cada una de las etapas necesarias para el procesamiento de los 3000 kg de residuos, desde la recolección de los residuos hasta el almacenamiento del papel terminado. Incluye las actividades clave del proceso, los símbolos que identifican cada tipo de actividad, el tiempo estimado para cada etapa, las distancias recorridas, los costos asociados y observaciones pertinentes que permiten una visión integral de las operaciones.

Descripción del proceso	DAP					Tiempo (min)	Tiempo (horas)	Distancia (m)
	●	■	→	▶	▼			
Recolección de residuos vegetales			●			540	9.00	600
Clasificación de residuos	■					360	6.00	0
Trituración de residuos	●					2520	42.00	0
Cocción de la pulpa	●					2880	48.00	0
Inspección de la pulpa	■					360	6.00	0
Formación de hojas	●					1440	24.00	0
Corte de las hojas de papel	●					180	3.00	18
Almacenaje del papel					▼	180	3.00	60
Total tiempo						8460	141.00	

RESUMEN				
Actividad		Total	Tiempo (min)	Distancia (m)
Operación	●	5	7,380	18
Trasporte	→	1	540	600
Almacenamiento	▼	1	180	60
Inspección	■	1	360	0

Figura 7. Diagrama de actividades de producción de 3000 kg. Tomada de «Archivo personal».

El diagrama presentado resume el flujo de trabajo y las actividades esenciales en la producción de papel ecológico a partir de residuos vegetales. A través del esquema se puede observar lo siguiente:

- Recolección de residuos vegetales: se recolectan 3000 kg de residuos vegetales mensuales en el mercado ACOMARE, los cuales corresponden a la cantidad de residuos recolectados del 30% de comerciantes que participan en este proyecto (página 23, diagnóstico situacional). La recolección se realiza con una frecuencia de 6 veces al mes, en su conjunto suma 3000 kg, la distancia del punto de recolección al punto de procesamiento es de 100 m. El equipo de trabajo está compuesto por 2 personas, quienes recolectan y transportan los residuos hacia la planta de producción. El tiempo estimado para realizar esta actividad son 9 horas al mes.
- Clasificación de residuos: para la clasificación de 3000 kg de residuos, se estima un tiempo de 6 horas, tal como lo indica el DAP. Este tiempo es necesario debido a la manualidad del proceso, donde se separan los residuos en buen estado de los que están contaminados o en mal estado. Aproximadamente el 30% de los residuos se descartan,

lo que deja 2100 kg aptos para el procesamiento. El proceso es realizado por un equipo de 2 personas, quienes garantizan que solo los residuos de mejor calidad se utilicen en la producción de papel.

- c) Trituración de residuos: Para la trituración de los 2100 kg de residuos vegetales, se utiliza 1 trituradora industrial con una capacidad de 12 Kg/H, que reducen los residuos un 20%, obteniendo 1680 kg de material triturado. Este proceso tiene una duración estimada de 42 horas y es realizado por 2 personas que se encargan de la supervisión y operación de la trituración.

Tabla 2. Cálculo de la capacidad de procesamiento de la trituradora.

Datos	Cantidad
Capacidad de fábrica	12 kg/H
Horas diarias de trabajo	208 horas
Capacidad de producción total	2496 kg
<i>Cálculo de cantidad necesaria para el procesamiento</i>	
Cantidad de kilos por triturar al mes	2100 kg
Capacidad total de la máquina	2496 kg

- d) Cocción de pulpa: la frecuencia de cocción es diaria, por lo cual los 1680 kg de residuos triturados se dividen en 26 partes; en ese sentido, diariamente se realiza el proceso de cocción con un tanque de 120 litros, dado que la pulpa diaria es 65 kg y el volumen de agua para la cocción es de 35 litros, al tanque se le agrega una solución de NaOH o H₂O₂ al 5%. Este paso dura aproximadamente 2 horas y permite la descomposición de las fibras vegetales, en el proceso se pierde un aproximado del 25% de pulpa, generando aproximadamente 49 kg de pulpa apta diaria, lo que suma un total de 1260 kg de pulpa apta al mes.
- e) Inspección de la pulpa: de los 1260 kg de pulpa obtenida se inspecciona para garantizar que su consistencia sea la adecuada para la formación de papel. Este proceso es realizado por dos personas y toma alrededor de 6 horas. Se descarta un 10% de la pulpa si no cumple con los estándares de calidad, lo que deja alrededor de 1134 kg de pulpa utilizable.
- f) Formación de hojas de papel: la pulpa se utiliza en una máquina formadora de hojas, que permite producir papel con un gramaje de 50 g/m². El proceso, obtiene una producción de aproximadamente 329, 000 hojas de papel A4 al mes. La máquina está diseñada para verter la pulpa en moldes especiales, logrando la formación homogénea de sábanas grandes de papel, las cuales se trasladan inmediatamente al secado, en donde

se eliminan el exceso de humedad, y posteriormente se cortan al tamaño final deseado, como A4, usando una guillotina industrial.

- g) Secado de hojas de papel: las hojas recién formadas pasan por una etapa de secado mediante unas prensas metálicas las cuales son calentadas por hornillas a gas que se encuentran en el interior, son en total 4 prensas que se encargan de deshumedecer las sábanas las cuales después de pasar por esta etapa continúan por unas fajas transportadoras hasta llegar a la etapa de almacenamiento.
- h) Corte y almacenamiento: una vez secas, las sábanas de papel pasan por una guillotina industrial que las corta en tamaños estándar A4 según. El proceso tarda aproximadamente 3 horas y permite cortar hasta 200 hojas por ciclo. Posteriormente, las hojas cortadas se almacenan paquetes de 500 unidades en un ambiente seco, listo para su distribución o venta. El almacenamiento adecuado asegura que las hojas mantengan su calidad y estén listas para ser despachadas sin deterioro.

Tabla 3. Resumen de requerimientos y observaciones.

Nº	Proceso	Materiales	Maquinaria	Observaciones
1	Recolección de residuos vegetales	Bolsas, carretillas, guantes	Carretillas manuales	Recolecta 3000 kg de residuos mensuales
2	Clasificación de residuos	Mesas, guantes	No requiere	Se descarta 30% de residuos
3	Trituración de residuos	Residuos vegetales	Trituradora industrial	Se descarta el 20% de residuos
4	Cocción de pulpa	NaOH, agua, residuos triturados	Tanque de cocción	Genera 1260 kg de pulpa apta al mes
5	Inspección de la pulpa	Pulpa cocida	No requiere	Rechazo del 10% si no cumple calidad
6	Formación de hojas de papel	Moldes, tamices	Máquina formadora de hojas	Produce 329,000 hojas A4 por mes
7	Secado de hojas	Hojas formadas	Prensas, secadores	Secado con prensas calientes
8	Corte de hojas	Hojas secas	Guillotina industrial	Corte preciso de 329,000 hojas A4 por mes
9	Almacenamiento de papel	Empaques de cartón	No requiere	Almacenado en un ambiente seco

Tabla 4. Descripción del cálculo de eficiencia del proceso.

N.º	Proceso	Descripción	Resultados
1	Recolección de residuos vegetales 3000 kg	Al mes se recolectan 3000 kg de residuos vegetales en el mercado. Siendo este el material de entrada al proceso.	Residuos 3000 kg
2	Clasificación de residuos	Se eliminan los residuos no aptos, que representan aproximadamente el 30% del total recolectado. Esto deja un 70% de residuos aptos para el procesamiento.	Residuos aptos: $3000 \text{ kg} \times 0.7 = 2100 \text{ kg}$
3	Trituración de residuos	Los residuos seleccionados se trituran, lo cual reduce los residuos a un 80%. Esto prepara el material para la cocción.	Residuos triturados: $2100 \text{ kg} \times 0.80 = 1680 \text{ kg}$
4	Cocción de pulpa	Durante la cocción, permite la descomposición de las fibras vegetales, en el proceso se pierde un aproximado del 25%.	Pulpa obtenida: $1680 \text{ kg} \times 0.75 = 1260 \text{ kg}$
5	Inspección de la pulpa	Se rechaza el 10% si no cumple calidad, que garantice la consistencia adecuada para la elaboración de papel.	Pulpa utilizable: $1260 \text{ kg} \times 0.90 = 1134 \text{ kg}$
6	Formación de hojas de papel	La pulpa se convierte en hojas, lo que representa un producto final. La eficiencia se calcula entre la cantidad de pulpa obtenida y el total de residuos recolectados	Eficiencia del proceso: $\frac{\text{Pulpa obtenida (kg)}}{\text{Residuos recolectados (kg)}} = \frac{1134 \text{ kg}}{3000 \text{ kg}} \times 100 = 37.80\%$

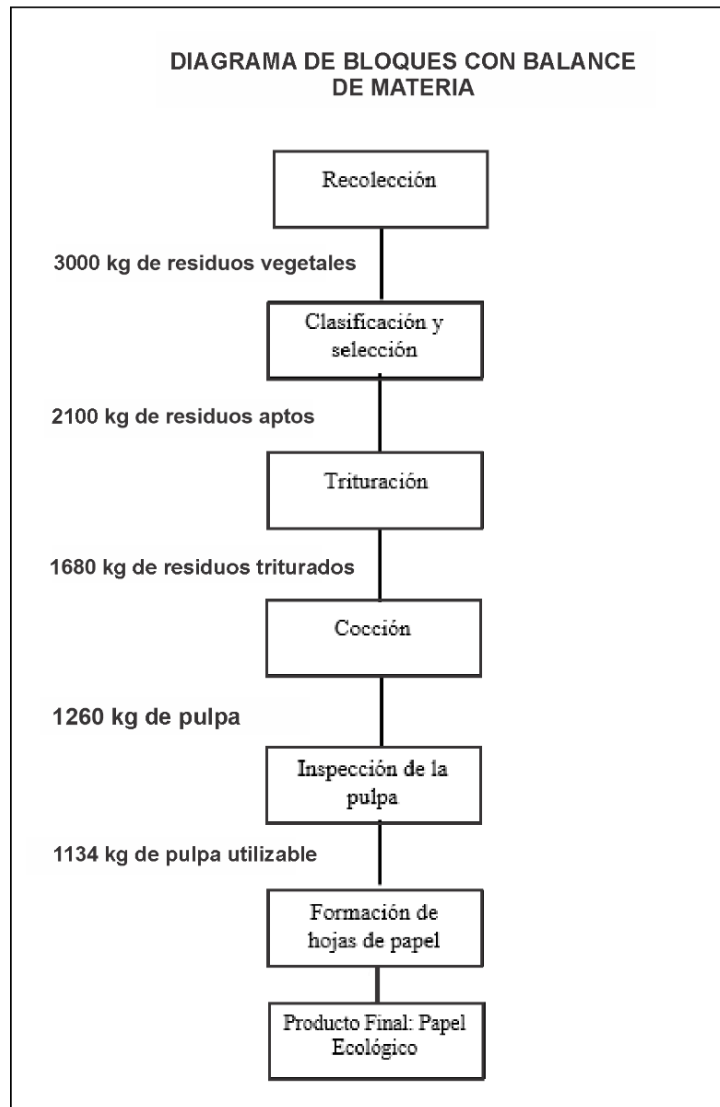


Figura 8. *Diagrama de bloques con balance de materia. Tomada de «Archivo personal»*

El Diagrama de Bloques permite cada etapa afecta el uso de material en el proceso y permite evaluar eficiencia del proceso de producción de papel ecológico a partir de residuos vegetales. Se obtuvo una eficiencia de un 37.80%, lo que representa la conversión de los residuos recolectados en pulpa apta para la elaboración de papel. Interlineado

Tabla 5. Rendimiento en base a la pulpa útil.

Datos	Kilos	Gramos	Total
Pulpa útil	1134	1 134, 000	
Peso de hoja		3.41	
Total hojas producidas			329, 000
Conversión			

$$Producción\ de\ hojas = \frac{1\ 134,000g}{3.41\ g} = 329,000\ hojas$$

4.5 Propiedades físicas del papel ecológico

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de las pruebas físicas realizadas al papel ecológico elaborado a partir de residuos vegetales, utilizando dos tratamientos químicos diferentes: T1 (hidróxido de sodio) y T2 (peróxido de oxígeno).

Los referidos tratamientos tienen como objetivo mejorar las propiedades del papel, como su gramaje, porosidad, absorción de energía por tensión y blancura, entre otras. Las diferencias en las propiedades observadas permiten evaluar la efectividad de cada tratamiento en la mejora de la calidad del papel, identificando aquellos que generan un producto más adecuado para aplicaciones específicas, tales como empaques, impresión, y usos industriales. A continuación, se detalla el análisis comparativo de las principales propiedades físicas del papel en cada uno de los tratamientos mencionados.

Tabla 6. Descriptivos de las características físicas.

	Gramaje (g/m ²)	Porosidad Gurley (seg/100cm ²)	Absorción de energía por tensión (JKg)	Blancura (% photovolt)	
T1	Media	85.80	58.40	510.40	21.70
	Max	86.88	59.78	511.60	26.25
	Min	84.72	56.95	509.20	17.08
	D.E.	0.88	1.42	1.21	4.63
T2	Media	72.80	88.70	549.00	18.30
	Max	75.12	89.49	552.00	20.07
	Min	70.54	87.98	546.00	16.60
	D.E.	2.29	0.75	2.47	1.76

En la interpretación de las propiedades físicas del papel ecológico, se observa que el gramaje medio para el tratamiento T1 es de 85.80 g/m² con una desviación estándar de 0.88, mientras que para el tratamiento T2 es de 72.80 g/m² con una desviación estándar mayor de 2.29. Esto indica que el tratamiento T1 presenta un mayor control en el gramaje del papel, lo que podría reflejar mayor consistencia en su fabricación, en comparación con T2 que muestra una mayor variabilidad.

En cuanto a la porosidad Gurley, T1 presenta un valor medio de 58.40 seg/100cm² con una desviación estándar de 1.42, mientras que T2 tiene una porosidad media de 88.70 seg/100cm² con una desviación de 0.75. Este resultado sugiere que T2 produce un papel más compacto y menos permeable al aire. Por otro lado, la blancura del papel es mayor en T1 con 21.70% photovolt, mientras que T2 presenta un valor más bajo de 18.30% photovolt, lo que puede influir en la percepción visual del producto final.

Tabla 7. Características de resistencia.

Indicador	T1	T2
Tensión (m)	3460.80	5810.00
Humedad (%)	8.60	7.60
Absorción de agua COBB (g H ₂ O/m ²)	190.30	180.00
Resistencia al rasgado (mN-mHg)	10.00	10.30

Los resultados muestran que el papel tratado con peróxido de oxígeno (T2) presenta una mayor resistencia a la tensión, alcanzando 5810.00 m, en comparación con el papel tratado con hidróxido de sodio (T1), que tiene una resistencia de 3460.80 m. En cuanto a la humedad, T1 tiene un mayor contenido con 8.60%, frente al 7.60% de T2, lo que sugiere que el papel tratado con T1 puede ser más susceptible a la absorción de humedad. En la prueba de absorción de agua COBB, T1 absorbe ligeramente más agua (190.30 g H₂O/m²) que T2 (180.00 g H₂O/m²), lo que indica que T2 tiene un mejor comportamiento frente a la humedad. Finalmente, en la resistencia al rasgado, T2 presenta un valor superior (10.30 Mn-mHg) en comparación con T1 (10.00 mN-mHg), lo que indica que el papel tratado con peróxido de oxígeno es más resistente al desgarro.

4.6 Propiedades químicas del papel ecológico

En este apartado se presentan los resultados obtenidos sobre las propiedades químicas del papel ecológico elaborado a partir de residuos vegetales, utilizando dos tratamientos: hidróxido de sodio (T1) y peróxido de oxígeno (T2).

Tabla 8. Propiedades químicas del papel.

Indicador	T1	T2
Celulosa (%)	65.5%	60.3%
Lignina (%)	8.2%	14.7%
Hemicelulosa (%)	11.3%	15.8%
Compuestos Biodegradables (%)	85.0%	90.2%
Ph	7.8 (Neutro a ligeramente alcalino)	6.3 (Ligeramente ácido)

Los resultados de las propiedades químicas del papel ecológico muestran que el tratamiento con hidróxido de sodio (T1) genera un papel con mayor contenido de celulosa (65.5%) y menor lignina (8.2%), lo que favorece la blancura, pero puede comprometer la flexibilidad, debido a la menor cantidad de hemicelulosa (11.3%). En contraste, el tratamiento con peróxido de oxígeno (T2) conserva más hemicelulosa (15.8%) y lignina (14.7%), proporcionando mayor flexibilidad y biodegradabilidad (90.2% de compuestos biodegradables), aunque con una reducción en el contenido de celulosa (60.3%) y una blancura inferior. El pH también difiere entre ambos tratamientos, siendo neutro a ligeramente alcalino en T1 (7.8) y ligeramente ácido en T2 (6.3), lo cual puede influir en las aplicaciones finales del papel. En resumen, T1 produce un papel más blanco y menos flexible, mientras que T2 ofrece un papel más resistente y biodegradable, pero menos brillante.

4.7 Rendimiento de la pulpa

En este apartado se presentan los resultados obtenidos sobre el rendimiento de la pulpa del papel ecológico elaborado a partir de residuos vegetales, utilizando dos tratamientos: hidróxido de sodio (T1) y peróxido de oxígeno (T2). Se analizan el peso y el rendimiento de la pulpa seca producida, derivada de una muestra inicial de 5 Kg.

Tabla 9. Rendimiento de la pulpa.

Indicador	T1	T2
Peso en gramos de pulpa seca	1890	1895
Rendimiento de pulpa seca	37.80%	37.85%
Cantidad de hojas A4 (50g/m ²)	554	556

En base en los resultados obtenidos, a partir de una muestra inicial de 5 kg de residuos vegetales, el tratamiento con hidróxido de sodio (T1) generó 1890 gramos de pulpa seca, lo que corresponde a un rendimiento del 37.8%. Esto significa que, de cada 100 kg de residuos

vegetales procesados con T1, se obtienen aproximadamente 37.8 kg de pulpa seca, lo que permitiría producir alrededor de 11, 085 hojas de papel A4 con un gramaje de 50 g/m².

Por otro lado, el tratamiento con peróxido de oxígeno (T2) produjo 1895 gramos de pulpa seca, lo que equivale a un rendimiento del 37.85%. Esto indica que, por cada 100 kg de residuos vegetales procesados con T2, se obtienen 37.85 kg de pulpa seca, lo que permitiría producir aproximadamente 11099 hojas de papel A4 con un gramaje de 50 g/m².

Ambos tratamientos muestran rendimientos muy similares, con una diferencia mínima entre ellos; el tratamiento con T2 es marginalmente más eficiente en la conversión de los residuos vegetales en pulpa, lo que puede reflejar una ligera ventaja en términos de la cantidad de pulpa y el número de hojas producidas por cada lote de 100 kg de residuos procesados.

4.8 Evaluación económica

El análisis del proceso de producción de papel ecológico está basado en una operación mensual de 141 horas de trabajo mensual. A continuación, se presentan los costos directos de insumos y operativos necesarios para realizar el procesamiento de 3000 kg de residuos, que genera 329, 000 hojas A4.

Los costos incluyen tanto los insumos (como el peróxido de oxígeno y agua) necesarios para la producción del papel ecológico, así como los costos operativos (energía eléctrica y mano de obra) asociados a la producción en un mes completo de trabajo.

Tabla 10. Costos Directos mensuales.

Concepto	Cantidad mensual	Costo unitario	Costo total mensual
Insumos			
Peróxido de oxígeno (5%)	226.8 lt	S/ 5.00/litro	S/ 1 134.00
Agua	6m ³	S/ 6.25/m ³	S/ 37.50
Total insumos			S/ 1 171.50
Operativos			
Energía eléctrica	608.25 Kw	S/ 0.7368/kWh	S/ 448.16
Gas 45 kg	1	S/ 223	S/ 223.00
Mano de obra, destajo	416 hr	S/ 1 130	S/ 2 260.00
Total operativo			S/ 2 708.16
Costos directos totales (mensual)			S/ 3 879.66

Además de los costos directos, los gastos indirectos incluyen gastos administrativos (como alquiler de oficina y sueldos), gastos relacionados con las ventas (publicidad y distribución). Estos costos y gastos se estiman en base mensual y son esenciales para mantener la operación del negocio.

Tabla 11. Gastos indirectos: administrativos, ventas.

Concepto	Monto mensual
Gastos administrativos	S/ 900.00
Gastos de ventas (publicidad y distribución)	S/ 350.00
Total gastos indirectos	S/ 1 250.00

La producción estimada se basa en la capacidad de procesar 3000 kg de productos orgánicos tratados durante las 141 horas mensuales disponibles. La pulpa procesada apta para la elaboración del papel es 1134 kg de los cuales se obtienen 329,000 hojas en formato A4.

Tabla 12. Producción estimada mensual.

Producto para procesar	Producto, pulpa apta	Producción mensual de papel
3000 kg	1134kg	329 000 hojas A4
Unidades de papel		Paquetes x 500 und.
329 000 hojas A4		658 paquetes
Valor venta		Ingresos Totales mensuales
S/10.90		S/ 6 968.22

El análisis costo-beneficio compara los costos totales con los ingresos generados en el mes, destacando una ganancia neta positiva, lo que demuestra la rentabilidad del proceso de producción de papel ecológico.

Tabla 13. Análisis costo-beneficio mensual.

Concepto	Monto
Ingresos totales mensuales	S/ 6 968.22
Costo y gasto total mensual	S/ 5 129.66
Ganancia neta mensual	S/ 1 838.56

El análisis costo-beneficio mensual muestra que la producción de papel ecológico a partir de residuos vegetales es económicamente viable, generando una ganancia neta de S/ 1,838.56 al mes. Con ingresos totales mensuales de S/ 6,968.22, los costos y gastos mensuales son de S/ 5

129.66. El proceso demuestra ser rentable, ya que los ingresos superan significativamente los costos, lo que valida la sostenibilidad financiera del proyecto.

4.9 Propuesta de inversión

Para dar inicio a la producción de papel ecológico a base de residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE, es necesario una inversión, que pueda cubrir los gastos principales.

Tabla 14. Propuesta de inversión

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Monto
Máquina formadora de papel	1	S/ 6 000.00	S/ 6 000.00
Prensa caliente	1	S/ 7 000.00	S/ 7 000.00
Tanque para cocción de pulpa	1	S/ 1 500.00	S/ 1 500.00
Guillotina industrial	1	S/ 625.00	S/ 625.00
Trituradora	1	S/ 450.00	S/ 450.00
Carretilla	2	S/ 120.00	S/ 240.00
Total, inversión			S/ 15 815.00

La inversión se está considerando en base a la maquinaria clave que se requiere para la producción, en el caso del tanque para cocción de pulpa, la máquina de producción de hojas y la trituradora son fabricados de manera convencional y ajustadas al nivel de producción que se tiene.

Tabla 15. Recuperación de la inversión.

Concepto	Detalle
Total inversión	S/ 15 815.00
Total ganancias	S/ 1 838.56
Tiempo estimado de retorno	8.6 meses

El análisis de la inversión considerando una ganancia neta mensual de S/1,838.56, se estima que el tiempo de recuperación de la inversión de S/15,815.56 es de 8.6 meses, siendo factible y en corto tiempo, demostrando la viabilidad del proceso de producción de papel ecológico.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se estableció exitosamente el proceso de elaboración del papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE; el procedimiento incluye las etapas de recolección de residuos, clasificación, trituración, cocción y formación de hojas, lo que demuestra que los residuos vegetales pueden ser una materia prima viable para la fabricación de papel ecológico de buena calidad, alineándose con prácticas de economía circular.

Las propiedades físicas del papel ecológico elaborado presentan un gramaje promedio de 50 g/m² para hojas A4, lo cual cumple con los estándares de papel de oficina; además, el papel mostró buena porosidad y resistencia al rasgado, con valores de absorción de energía adecuados.

En términos de resistencia, el papel ecológico presentó una tensión de ruptura promedio de 3460 m para el tratamiento con hidróxido de sodio (T1) y 5810 m para el peróxido de oxígeno (T2), evidenciado que ambos tratamientos proporcionan un papel con una resistencia aceptable, aunque el tratamiento T2 ofrece una resistencia superior, haciéndolo más adecuado para aplicaciones que requieren mayor durabilidad.

El rendimiento de la pulpa obtenido fue similar en ambos tratamientos, con 26.27% para T1 y 26.33% para T2, lo que demuestra una eficiencia de conversión de residuos vegetales en pulpa similar entre los tratamientos, a partir de 5 kg de residuos, se obtuvieron entre 421 y 422 hojas A4, lo cual muestra un buen aprovechamiento del material.

La cantidad de hojas de papel producidas por cada kilogramo de residuos vegetales fue de aproximadamente 82 y 84 hojas A4 con un gramaje de 50 g/m², lo que representa una cantidad viable de producción para el uso comercial de este papel ecológico.

La evaluación económica mostró que el proceso de producción de papel ecológico es rentable, con una producción mensual estimada de 329,000 hojas A4, a un costo promedio de S/ 0.02 por hoja. El precio resulta competitivo en comparación con el valor venta estimado de S/ 16.00 por cada 500 hojas (equivalente a S/ 0.032 por hoja), lo que proporciona un margen de ganancia significativo. La inversión de S/15,815.00 considerando una ganancia neta mensual de S/1,838.56, es recuperable en un periodo de 8.6 meses lo que representa la viabilidad del proceso de producción de papel ecológico.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar un programa de recolección sistematizado y continuo de residuos vegetales en el mercado mayorista ACOMARE, para garantizar un suministro constante de materia prima, este programa debe incluir campañas de sensibilización dirigidas a los comerciantes del mercado, con el fin de fomentar la separación adecuada de los residuos y su disposición para la producción de papel ecológico, además, se debe considerar la automatización gradual de algunas etapas del proceso de producción para aumentar la eficiencia y reducir los costos operativos.

Para mejorar las propiedades físicas del papel ecológico, como la porosidad y la resistencia al rasgado, se recomienda optimizar la proporción de aditivos naturales en la mezcla de pulpa, como almidón o goma de tara, que podrían incrementar la cohesión de las fibras sin afectar la biodegradabilidad del papel, también se sugiere realizar más pruebas con diferentes tipos de residuos vegetales para identificar aquellos que proporcionen las mejores características físicas del papel final.

Dado que el tratamiento con peróxido de oxígeno (T2) ha demostrado proporcionar una mejor resistencia al papel, se recomienda priorizar este tratamiento para la producción de papel destinado a aplicaciones que requieran mayor durabilidad, como el papel para embalaje o uso comercial; asimismo, es importante realizar pruebas adicionales con diferentes concentraciones de peróxido para evaluar si es posible mejorar aún más la resistencia sin aumentar significativamente los costos de producción.

Para maximizar el rendimiento de la pulpa, se sugiere ajustar los tiempos de cocción y la temperatura de los tratamientos T1 y T2, con el fin de obtener un mayor aprovechamiento de los residuos vegetales; además, se recomienda explorar el uso de catalizadores en el proceso de cocción que permitan descomponer de manera más eficiente las fibras vegetales, incrementando así el rendimiento de la pulpa y la cantidad de hojas producidas por cada kilogramo de residuos.

Se recomienda realizar estudios adicionales para aumentar la cantidad de hojas producidas por cada kilogramo de residuos vegetales, ya sea optimizando el proceso de formación de hojas o mejorando la calidad de la pulpa, se podría investigar la mezcla de diferentes tipos de residuos vegetales para aumentar la producción de hojas sin sacrificar la calidad del papel. Además, se sugiere implementar mecanismos para reducir el desperdicio durante el proceso de producción y maximizar el aprovechamiento de los residuos.

Para mejorar aún más la rentabilidad del proceso, se recomienda explorar acuerdos comerciales con empresas que valoren productos ecológicos y sostenibles, como parte de una estrategia de marketing enfocada en atraer consumidores preocupados por el medio ambiente, también es importante buscar subvenciones o incentivos gubernamentales para proyectos que promuevan la sostenibilidad, los cuales ayudarían a reducir los costos financieros y aumentar los márgenes de ganancia, además, se podrían diversificar los productos derivados del proceso, como cartones o envases ecológicos, ampliando así las fuentes de ingresos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOMARE MAYORISTA [en línea]. Perú: Acomare, 2022 [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://acomare.com.pe/>
- ANDY, H., Elaboración de papel artesanal a base de residuos vegetales de los tallos de maíz (*Zea Mays L*) y cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca L*) Utilizando los métodos químicos de Jayme-Wise, Kurshner y Hoffner. Riobamba - mayo del 2020. Tesis (Título de Ingeniero Agroindustrial). Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, 2020. 57 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6567>
- ARIAS, H. Elaboración de papel biodegradable a base de residuos vegetales de *Mangifera indica* y *Ananas comosus* procedente del mercado Pacocha, Ilo - 2023. Lima - febrero del 2023. Tesis (Título de Ingeniera Ambiental). Lima Norte: Universidad César Vallejo, 2023. 70 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/112080>.
- ARIAS, J., VILLASÍS M y MIRANDA, M. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea]. Abril-junio, 2016, 63(2), 201-206 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN 2448-9190, 0002-5151. DOI 10.29262/ram.v63i2.181. Disponible en: <http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181>.
- ASCANIO, F. Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de el Tambo según las recomendaciones de la agenda 21. Tesis (Doctor en Ciencias Forestales y del Ambiente). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. 183 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4130>.
- BENITEZ, J., POPO M., VALLEJOS, M. y AREA, M. Calidad de papel artesanal a partir de fibras no convencionales de cinco especies colombianas. *Revista científica tecnológica*. [en línea]. junio, 2019, 31,1-10 [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN 1851-7587. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872019000100005&lng=es&nrm=iso. ISSN 1851-7587 J., 2019. Calidad de papel artesanal a partir de fibras no convencionales de cinco especies colombianas,

- CABEZAS, W., DAVILA, D., FREIRE, C., HERNANDEZ, S. y MORALES, A. Manufacture of Banana-Based Paper. ATH [en línea]. Diciembre, 2021,2(6),15-21 [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN 2737-6419. DOI 10.47460/athenea. v2i6.29. Disponible en: <http://athenea.autanabooks.com/index.php/revista/article/view/29>.
- CABEZAS, W., FREIRE, C., DAVILA, D., MORALES, A. y HERNANDEZ, S., 2021. Producción de papel a partir del banano. Minerva [en línea]. Agosto,2021, 2(5),20-27, [consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN 2697-3650. DOI 10.47460/minerva. v2i5.31. Disponible en: <https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva/article/view/31>
- Capacidad del mercado mayorista [figura de Facebook]. Mercado Mayorista ACOMARE. (23 de febrero 2022) [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2024]. Disponible en: https://www.facebook.com/MercadoAcomare/photos/pb.100077105658254.-2207520000/126948723212374/?type=3&locale=es_LA
- CARBO, L. Revisión de diferentes partes vegetales del Banano (Musa AAA) como alternativa para la aplicación de productos biodegradables en el Ecuador. Los Rios2024, Tesis (Título de Ingeniero Agroindustrial). Babahoyo - Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, 2024. 29 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16058>.
- CARRASCO, S. Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.: Ampliaciones en educación y otras ciencias sociales. Lima: San Marcos, 2005. 476 pp. ISBN: 978-9972-34-242-4.
- CHUCUYA, E. Evaluación de la conciencia medioambiental, en el manejo de desechos orgánicos en granjas pecuarias ubicadas en el Cerro Arunta, distrito Gregorio Albarracín, Tacna - 2015.Tesis (Magister en Gestión Ambiental) Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2016. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48463>.
- CIEZA, Y. Utilización de la corona de piña (Ananas comosus) para la elaboración de papel ecológico artesanal, Chiclayo. Chiclayo- agosto del 2020. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. 70 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48463>.
- D. L. N.º 1278. Decreto Legislativo Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 23 de diciembre de 2016.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES. Fabricación de Papel Artesanal: Reciclado de Papel. 2017 [en línea]. Universidad Nacional de la plata, Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91504>.

FIGUEROA, M. Descripción de las etapas de almacenamiento recolección y transporte de los residuos sólidos en el sistema de aseo urbano del municipio de chinu - Córdoba. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad de Sucre, 2008. 78 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unisucre.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d8995f8-6841-4867-abf7-16da2143b1a3/content>.

FIGUEROA, Z. y JAPAY, J. Elaboración de papel ecológico a base de residuos orgánicos de *passiflora edulis* y *persea americana* provenientes de una agroindustria en Chilca – 2023. Lima - agosto del 2023. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Lima Norte: Universidad César Vallejo, 2023. 118 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/132239>.

FLORES, L., NAVA, C., GARCÍA, D., PLATERO, D. y BALDOVINOS, I. Autosustentabilidad en la elaboración de productos a base de papel reciclado. En: FLORES, A. y AZA, P., Actas del Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (INUDI – UH, 2022). Cuenca: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú, 2022. pp. 287-296. ISBN 978-612-50-6953-5.}

GÓMEZ, M. Metodología y técnica de la investigación. México D.F.: Universidad Autónoma del Estado de México, 2020.

HERNÁNDEZ, R. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., 2018. 753 pp. ISBN: 978-1-4562-6096-5.

HUAMÁN, G. y TAPIA, Y. Aprovechamiento de residuos orgánicos agroindustriales para la elaboración de papel ecológico: Revisión Sistemática. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. 85 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60231>.

Ideas para inspirar a emprendedores. El papel artesanal, una oportunidad de emprendimiento. [Mensaje en un blog]. Quintero, P. (2019) [fecha de consulta: 15 noviembre 2024].

Disponible en: <https://blogs.unsw.edu.au/nowideas/blog/2019/10/papel-artesanal-oportunidad-emprendimiento/>.

LEÓN, C. y FUENTES, M. Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Cartagena de Indias, D.T. y C.: Universidad de Cartagena, 2012. 115 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/112>.

LINARES, A., CORZO, L., BAUTISTA, E. y GÓMEZ, Y. Elaboración de un envase primario para alimentos a partir de residuos de maíz y piñón mexicano. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas [en línea]. mayo - octubre, 2021,24,1-15 [consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN 2395-8723, 1405-888X. DOI 10.22201/fesz.23958723e.2021.365. Disponible en: <http://tip.zaragoza.unam.mx/index.php/tip/article/view/365>.

MINAYA-LUN, C., et al. Elaboración de papel biodegradable a partir de hojas de maíz blanco (*Zea mays* L.). YACHAQ [en línea]. Setiembre, 2018,1(1), [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN 2663-4155, 2617-5495. DOI 10.46363/yachaq.v1i1.46. Disponible en: <https://revista.uct.edu.pe/index.php/YACHAQ/article/view/46>.

MONTAGUD-RUBIO, N. Los 16 tipos de papel: características y funciones. Revista Psicología y Mente [en línea]. Setiembre, 2020, [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://psicologiyamente.com/miscelanea/tipos-de-papel>.

MONTERO, A., CLEMENTE, D. y ROSAS, A. Desarrollo de papel artesanal a base de desechos agroindustriales tomando en cuenta el ciclo de vida del producto / Development of handmade paper based on agroindustrial waste considering the product life cycle. Revista científica Brazilian Journal of Animal and Environmental Research [en línea].Marzo-junio,2021,4(3),3134-3145 [consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN 2595-573X. DOI 10.34188/bjaerv4n3-027. Disponible en: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/33257>.

MORALES, V. y CHANCOS, Á. Reaprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos y Calidad de Vida Promovida por La Municipalidad Provincial De Huamanga- 2019. Tesis (Título de Profesional de Contador Público). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2021.114 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3205>.

- NOVOA, R. Gestión del recojo de residuos sólidos y educación ambiental en trabajadores de la municipalidad distrital de Neshuya – Ucayali 2020. Tesis (Magister en Gestión Ambiental y del Territorio). Lima: Universidad César Vallejo, 2021, 89 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75056>.
- OLIVERO, S. y MARTÍNEZ, A. Identidades, segregación, vulnerabilidad: ¿hacia la construcción de sociedades inclusivas?: un reto pluridisciplinar. 1.ºed. Madrid: Dykinson. Conocimiento contemporáneo, 2021.209-242 pp. ISBN 978-84-13-77566-1.
- PAREDES, A. Propuesta de aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru en el Distrito de Juliaca. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Lima Este: Universidad César Vallejo,2021.68 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/78057>.
- PEÑARANDA, R. La basura también da plata: dos rutas del reciclaje paceño. Tesis (Titulo de Sociología). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2017. 93 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/15901>.
- RAMOS, L. y VILLENA, K. Análisis de la influencia del grado de instrucción del centro poblado de san pablo en el manejo de residuos sólidos en la provincia de La Convención, Cusco – 2022. Cusco- octubre del 2023. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cusco: Universidad Continental, 2023. 79 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13439>.
- REYES, K. Elaboración de bioplástico a partir de almidón durante el período 2011- 2019. Piura 2020. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial). Piura: Universidad César Vallejo 2020. 73 pp. [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/51799>.
- SINIA. Parte 3 reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos-MINAM. Revista Ministerio del Ambiente. Informe Anual de Gestión de Residuos Sólidos, [en línea]. 2008, 3, 73-117 [fecha de consulta: 15 de noviembre 2024]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/144.pdf>

SUPO, J. Cómo empezar una tesis. Paucarpata, Arequipa, Perú: Bioestadístico E.I.R.L., 2015.
70 pp. ISBN: 1505894190.

TACO, J., PINCAY G., QUIÑONEZ, M., ARELLANO, J. y CHICAIZA, W.
Aprovechamiento del Endocarpio del Plátano Verde (*Musa Paradisiaca*) para la
Obtención de papel Ecológico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en
línea]. Marzo - abril, 2023, 7(2), 1-15 [fecha de consulta: 15 noviembre 2024]. ISSN
2707-2215, 2707-2207. DOI 10.37811/cl_rcm. v7i2.6092. Disponible en:
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6092>

ANEXOS

Anexo N° 01. Operacionalización de variables.

Explicación de la Matriz:

- 1. Objetivo Principal:** se centra en un procedimiento para producir papel ecológico a partir de residuos vegetales, con el objetivo de colaborar en la gestión sostenible de residuos y producir un producto de venta.
- 2. Objetivos específicos:** describir las áreas fundamentales del proyecto, tales como la identificación de propiedades físicas y químicas del papel, el rendimiento del proceso, la producción de hojas por kilogramo de residuos vegetales y la viabilidad financiera.
- 3. Variables:** se consideran las variables vinculadas con las propiedades del papel, el proceso de producción y los residuos empleados, incluyendo aspectos físicos, químicos y económicos.
- 4. Indicadores:** son medidas que facilitarán la evaluación de si se logran los objetivos específicos, como la cantidad de hojas producidas, la calidad del papel y los costos en relación a los ingresos.
- 5. Método:** destaca la metodología experimental y observacional para evaluar las características del papel y llevar a cabo el análisis económico.

Elementos	Desarrollo del elemento	Objetivos específicos	Variable	Dimensiones	Indicadores	Método
Problema General:	¿Cómo se puede establecer un proceso de producción de papel ecológico sostenible utilizando los residuos vegetales del mercado ACOMARE?	a). Identificar las propiedades físicas del papel ecológico elaborado en base a residuos vegetales del mercado mayorista	Proceso de elaboración de papel ecológico	Propiedades físicas	Volumen de residuos vegetales procesados (kg). Nivel de humedad en los residuos vegetales %.	Método experimental Pruebas físicas en laboratorio
		b). Determinar las características de resistencia del papel ecológico elaborado con residuos vegetales del mercado mayorista.		Propiedades químicas	Eficiencia en la obtención de la pulpa	Pruebas químicas en laboratorio
Pregunta General	¿Cuál es el proceso de elaboración del papel ecológico en base a residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE Arequipa – 2024?	c). Calcular el rendimiento de la pulpa para la elaboración de papel ecológico en base a residuos vegetales del mercado mayorista.		Rendimiento del papel	Número de hojas de papel producidas	Análisis observacional

Justificación	El proyecto permite aprovechar los residuos orgánicos del mercado mayorista, reduciendo la contaminación ambiental y generando un producto ecológico rentable.	d). Cuantificar la cantidad de hojas del papel ecológico producidas por cada kilogramo de residuos vegetales procesados.		Propiedades del papel	Eficiencia de la pulpa Peso específico Capacidad de resistencia al rasgado (N)	Observación experimental Análisis de pruebas de resistencia al rasgado
Objetivo General	Establecer un proceso de elaboración de papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista ACOMARE Arequipa – 2024.	d). Evaluar la viabilidad económica del proceso de elaboración de papel ecológico a partir de residuos vegetales del mercado mayorista.				

Anexo N° 02. Ficha de observación.

I. DATOS GENERALES	
Apellidos y Nombres de los observadores	Chávez Pinto Karin Yaneth Medina Arosquipa Dalila Rosa
Institución estudiantil:	Universidad Continental
Motivo de la observación:	Elaboración de Papel Ecológico a partir de Residuos Vegetales
Tesis:	Proceso de Elaboración de Papel Ecológico en Base a Residuos Vegetales del Mercado Mayorista ACOMARE, Arequipa – 2024
Inicio de la observación: (fecha y hora)	06 de abril del 2024 07:00 am
Fin de la observación: (fecha y hora)	11 de abril del 2024 04:30 pm
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN	
DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
Recolección de Residuos Vegetales	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Observación de la recolección diaria de residuos vegetales del mercado ACOMARE. • Tiempo estimado: 9 horas • Equipo necesario: Carretillas, bolsas, guantes • Personal involucrado: 2 personas • Cantidad recolectada (kg): 3000 Kg • Distancia recorrida (metros): 100 m
	<p>Observaciones:</p> <p>Calidad de los residuos recolectados: (X) Buena () Regular () Mala</p> <p>Eficiencia en la recolección: (X) Alta () Media () Baja</p> <p>Comentarios adicionales:</p> <p>Ninguna.</p>
Trituración de Residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Trituración de residuos vegetales para reducir su volumen. • Tiempo estimado: 42 horas • Personal involucrado: 2 personas • Peso de los residuos triturados (kg): 1680 Kg • Volumen reducido (%): 20%
	<ul style="list-style-type: none"> • Observaciones:

	<p>Funcionamiento de la trituradora: <input checked="" type="checkbox"/> Óptimo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Deficiente Condiciones del material triturado: Ninguna Comentarios adicionales: Ninguna.</p>
Formación de Hojas de Papel	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Producción de hojas de papel a partir de la pulpa. • Tiempo estimado: 24 horas • Cantidad de hojas producidas (sábanas): 27 436 (unid) • Gramaje del papel (g/m²): 50 g/m²
	<p>Observaciones:</p> <p>Calidad del papel producido: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja</p> <p>Homogeneidad en el grosor del papel: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja</p> <p>Comentarios adicionales: Ninguna.</p>
Secado de las Hojas	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Secado natural de las hojas formadas. • Tiempo estimado: 1 hora • Personal involucrado: 2 personas • Cantidad de hojas secas (sábanas): 27 436 (unidades)
	<p>Observaciones:</p> <p>Nivel de secado: <input checked="" type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Parcial</p> <p>Condiciones ambientales (temperatura, humedad): Temperatura Optima y sin Humedad</p> <p>Comentarios adicionales: Ninguna</p>
Corte de Hojas y Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Corte y almacenamiento de las hojas de papel en formatos comerciales (A4). • Tiempo estimado: 3 horas • Personal involucrado: 2 personas • Cantidad de hojas cortadas (unidades): 329 000 hojas • Formato de corte: <input checked="" type="checkbox"/> A4 o <input checked="" type="checkbox"/> A3
	<ul style="list-style-type: none"> • Observaciones: <p>Precisión del corte: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja</p>

	<p>Condiciones de almacenamiento: (X) Óptimas () Regulares () Deficientes</p> <p>Comentarios adicionales:</p> <p>Ninguna</p>
Comentarios Generales de los Observadores	
<p>Se puede apreciar que generalmente toda la observación por actividades o procesos son de alta, buena, completa y óptimas condiciones siendo que el proceso sea efectivo para dicho proceso.</p>	
Conclusiones de los Observadores	
<p>El proceso de elaboración de papel ecológico a base de residuos vegetales es exitosamente confiable ya que sus propiedades físicas y químicas determinan su buena resistencia y rendimiento.</p>	

Chavez Pinto Karin Yaneth

DNI: 42192157

Fecha:

Medina Arosquipa Dalila Rosa

DNI: 73669073

Fecha:

Chavez Pinto Karin Yaneth

DNI: 42192157

Fecha:

Medina Arosquipa Dalila Rosa

DNI: 73669073

Fecha: