



Elaboración de Papel a Partir de Papel Reciclado y de Cáscaras de Maracuyá para su Uso en Establecimientos Gastronómicos

Paper Production from Recycled Paper and Passion Fruit Peels for Use in Gastronomic Establishments

Andrea Alejandra Velásquez Gómez (Autor Corresponsal)
aavelasquezg@unjbq.edu.pe

ORCID: 0009-0006-8495-8591

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú

Aceptación: 7 de mayo de 2025

Publicación: 30 de junio de 2025

Resumen

El presente estudio propone la elaboración de papel reciclado utilizando cáscaras de maracuyá como materia prima, con el objetivo de reducir el uso de plásticos desechables en establecimientos gastronómicos de Tacna. Se recolectaron 12,5 kg de cáscaras en el restaurante Carambita, las cuales fueron lavadas, secadas y trituradas. Estas se incorporaron en proporciones del 10%, 20% y 30% a una mezcla con 150 g de pulpa de papel reciclado y 20 L de agua. Se empleó un diseño completamente aleatorizado para evaluar el efecto de la concentración de cáscara sobre propiedades físicas como color, textura, escritura, resistencia al pliegue y penetración, siguiendo una escala de 1 a 5. Los resultados muestran que el tratamiento con 30 % de cáscara presentó mejoras en resistencia a la penetración (puntuación 3/5) y estabilidad dimensional (3/5), aunque con una tonalidad marrón perceptible (3/5). En promedio, el papel elaborado demostró ser moderadamente flexible (42,9%), resistente al peso (71,4%) y con buena capacidad de escritura (85,7% de calificaciones aceptables). Se concluye que el uso de cáscaras de maracuyá es una alternativa viable y sostenible para la producción de papel biodegradable, adecuada para reemplazar productos plásticos en el rubro gastronómico.

Palabras clave: Papel reciclado; Cáscaras de maracuyá; Sostenibilidad; Residuos orgánicos; Industria alimentaria

Abstract

This study proposes the production of recycled paper using passion fruit peels as raw material, with the aim of reducing the use of disposable plastics in gastronomic establishments in Tacna. 12.5 kg of peels were collected at the Carambita restaurant, washed, dried, and shredded. These were incorporated in proportions of 10 %, 20 %, and 30 % into a mixture with 150 g of recycled paper pulp and 20 L of water. A completely randomized design was used to evaluate the effect of peel concentration on physical properties such as color, texture, writing, cretase resistance, and penetration, following a scale of 1 to 5. The results show that the treatment with 30 % peel showed improvements in penetration resistance (score 3/5) and dimensional stability (3/5), although with a perceptible brown tone (3/5). On average, the paper produced proved to be moderately flexible (42.9 %), weight-resistant (71.4 %), and had good writable characteristics (85.7 % acceptable ratings). It is concluded that the use of passion fruit peels is a viable and sustainable alternative for the production of biodegradable paper, suitable for replacing plastic products in the food industry.

Keywords: Recycled paper; Passion fruit peels; Sustainability; Organic waste; Food industry





Introducción

El manejo inadecuado de los residuos sólidos genera un impacto ambiental significativo que se manifiesta en una contaminación multisistémica, pues su incineración o eliminación en sitios no controlados afecta el aire, el suelo y el agua, comprometiendo tanto los ecosistemas como la salud pública. En ese contexto, los residuos se identifican como una de las principales causas de enfermedades infecciosas, junto con el agua, lo que subraya su relevancia en la propagación de problemas sanitarios ([Programa de las Naciones Unidas - Habitat \[ONU-Habitat\], s.f.](#)).

Según [Programa de las Naciones Unidas \(\[ONU-Habitat\], 2021\)](#), el plástico representa el 85 % de los residuos que llegan a los océanos, proyectándose que para el año 2040 entre 23 y 37 millones de toneladas métricas fluirán anualmente hacia el mar. Esta alarmante proyección pone en evidencia la necesidad de implementar soluciones sostenibles basadas en la reutilización de materiales y la valorización de residuos agroindustriales.

En el Perú, la problemática de los residuos presenta múltiples dimensiones que afectan tanto al medio ambiente como a la salud pública y al desarrollo institucional. En 2020, se generaron 7.9 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales el 76.4 % correspondía a residuos orgánicos e inorgánicos valorizables, con un importante potencial para el compostaje o reciclaje. Sin embargo, apenas se valorizó el 0.98 % de estos residuos (59,021 toneladas), desaprovechando recursos que podrían reincorporarse a la cadena productiva. La composición de estos residuos revela una mayoría de residuos orgánicos (55.7 %, como restos de comida y jardinería) y un 20.7 % de residuos inorgánicos (como plásticos, papel y vidrio). A esta baja tasa de aprovechamiento se suman deficiencias estructurales en la gestión municipal. Solo el 55 % de los municipios cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos, mientras que el 11.9 % carece por completo de instrumentos de gestión. Estas limitaciones afectan desproporcionadamente a las poblaciones más vulnerables y provocan la contaminación del suelo, el agua y el aire ([ComexPerú, 2022](#)).

Asimismo, la generación de residuos en el departamento de Tacna alcanza un total de 77,700.20 toneladas al año, lo que equivale a 212.88 toneladas diarias. El manejo de residuos en la región evidencia una crisis en la disposición final. No existen infraestructuras habilitadas ni municipalidades que utilicen rellenos sanitarios, y el total de residuos dispuestos adecuadamente es cero ([Sistema Nacional de Información Ambiental \[SINIA\], 2021](#)).

En ese contexto, el presente estudio aborda el aprovechamiento de las cáscaras de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Tacna, para la elaboración de papel reciclado con aplicaciones en establecimientos gastronómicos. Desde una perspectiva socioeconómica, las especies del género *Passiflora*, como el maracuyá, representan una oportunidad estratégica para el Perú ([Carvalho Pereira et al. 2023](#)). El impacto económico del maracuyá es notable, puesto que representa el 60 % de las exportaciones de frutas frescas del país. La cadena del maracuyá no solo impulsa la economía nacional, sino que dinamiza a las regiones productoras de esta fruta, generando oportunidades de desarrollo regional ([Orrego et al. 2020](#)). En la composición del maracuyá, la cáscara representa la mayor proporción del fruto, siendo la parte más desaprovechada, y uno de los residuos más abundantes en comparación con otras frutas como la granadilla y el zapote. Actualmente, su destino principal es el relleno sanitario o su uso como abono y no se aprovecha su potencial en procesos industriales ([Jurado-Eraza, 2023](#)).

Diversas investigaciones han evidenciado el potencial del uso de residuos orgánicos para la elaboración de materiales biodegradables. Por ejemplo, [Haile et al. \(2021\)](#) y [Worku et al. \(2023\)](#) destacan el valor de residuos industriales y agrícolas ricos en celulosa para la fabricación de papel, mientras que [Zhao et al. \(2020\)](#) y [Cheng et al. \(2024\)](#) demostraron mejoras funcionales en biopapeles mediante aditivos naturales. Asimismo, [Do Val Siqueira et al. \(2021\)](#) mostraron que residuos como el almidón de maracuyá o componentes fenólicos pueden mejorar textura y resistencia en productos biodegradables. Por su parte, [Cabezas et al. \(2022\)](#) y [Dalgo-Flores et al. \(2024\)](#) resaltan la importancia de técnicas simples y económicas para producir materiales ecológicos a partir de residuos vegetales, mientras que [Jurado-Eraza et al. \(2023\)](#) exploran usos complementarios como carbón activado a partir de cáscaras de frutas.

Este tipo de innovaciones se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 12 (Producción y consumo responsables), el ODS 13 (Acción por el clima) y el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), ya que fomentan el aprovechamiento de residuos como insumo para nuevos productos, reduciendo la presión sobre los ecosistemas y promoviendo modelos de producción sostenibles ([Organización de las Naciones Unidas \[ONU\], 2015](#)).



De esta manera, el presente estudio se sustenta en la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles al uso de materiales plásticos y desechables en la industria alimentaria, y en el potencial demostrado por las cáscaras de maracuyá como fuente de celulosa biodegradable. Este trabajo también busca aportar a la reducción del volumen de residuos orgánicos que terminan en vertederos, promover la valorización de residuos desde una perspectiva de economía circular y fortalecer las capacidades locales para producir materiales ecológicos con recursos regionales.

Por ello, el objetivo general del estudio fue elaborar papel reciclado a partir de cáscaras de maracuyá para su uso sostenible en establecimientos gastronómicos. Para alcanzar dicho propósito, se plantearon como objetivos específicos: la caracterización de los residuos de cáscaras de maracuyá provenientes de restaurantes, la evaluación de las propiedades físicas del papel obtenido, la determinación de su viabilidad como sustituto de productos desechables en el sector gastronómico y el desarrollo de un proceso de fabricación eficiente.

Método

Enfoque metodológico

El enfoque del presente estudio es cuantitativo, ya que se busca evaluar y optimizar la producción de papel reciclado mediante el tratamiento de residuos de cáscara de maracuyá. Se analizaron propiedades físicas del papel obtenido en función de distintos porcentajes de adición de cáscara, mediante puntuaciones numéricas asignadas a cada característica evaluada.

Diseño de estudio

El diseño fue experimental, específicamente de clase preexperimental, con aplicación de un único factor: la concentración de cáscara de maracuyá (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) en relación con el peso total de la mezcla. Este diseño completamente aleatorio (DCA) permitió evaluar los efectos de dichas concentraciones en las propiedades físicas del papel.

Tipo de estudio

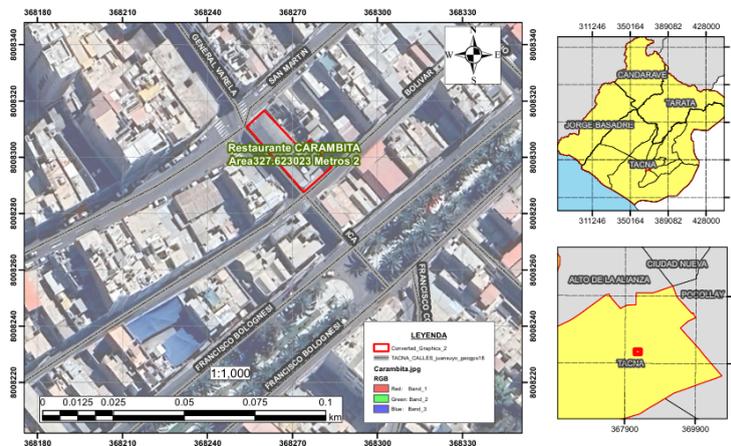
La investigación es de tipo explicativa, ya que busca comprender la relación causa-efecto entre la adición de cáscara de maracuyá y las propiedades finales del papel reciclado, como color, textura, estabilidad dimensional, entre otras. Asimismo, se considera descriptiva, al caracterizar las propiedades obtenidas en cada tratamiento de manera sistemática.

Población y muestra

La recolección de residuos se realizó en el restaurante "Carambita", ubicado en Tacna (UTM 19S 368265.18 m E y 8008305.07 m S), donde se obtuvieron 12.5 kg de cáscara de maracuyá.

Figura 1

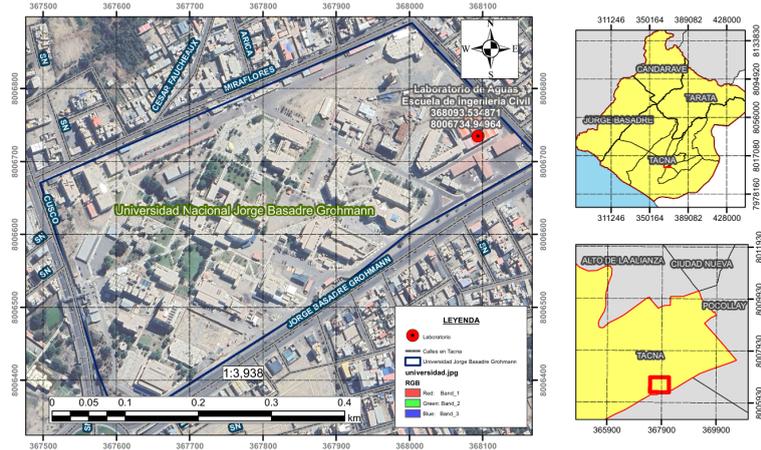
Ubicación del restaurante



El proceso de elaboración del papel se efectuó en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Jorge Basadre Grohmann (UTM 19S 368100.44 m E y 8006735.48 m S).



Figura 2
Ubicación del Laboratorio



Técnicas de recolección de datos

Para la recolección y preparación de muestras, se recolectaron 12.5 kg de cáscara de maracuyá fresca en el restaurante Carambita. Estas fueron sometidas a un proceso de limpieza para eliminar residuos externos, luego trituradas en fragmentos pequeños a fin de facilitar su secado y posterior procesamiento. El secado se realizó en horno, siguiendo métodos previamente seleccionados que aseguraron la conservación de las propiedades físicas del material.

Una vez secas, las cáscaras se dosificaron en proporciones de 10, 20, 30, 40, 50 y 60 gramos. Estas cantidades se mezclaron con 150 g de pulpa de papel reciclado en una batea con 20 L de agua. Cada una de estas combinaciones representó un tratamiento con un nivel específico de adición de cáscara, con el objetivo de evaluar el desempeño del papel producido en términos de sus propiedades físicas y mecánicas. Este procedimiento fue diseñado conforme a los criterios establecidos por la Resolución Ministerial N.º 105-2021-MINAM ([Ministerio del Ambiente \[MINAM\], 2021](#)), normativa que define estándares de calidad para materiales reciclados y biodegradables en el Perú.

Figura 3

Diagrama de flujo sobre la metodología presentada para la elaboración del papel reciclado





Instrumentos

Los equipos empleados incluyeron un horno Record modelo REC - INHE 302 con temperatura ajustable hasta 250 °C, un triturador de desperdicios marca Insinkerator modelo LC-50 y una prensadora casera. Se utilizaron también 02 lavadores de 30 L, tijeras, recipientes de 2 L, una malla plástica de 1 m² con porosidad de 150 µm y un marco para formar las hojas.

Análisis de datos

El análisis experimental se centró en la evaluación cualitativa de las propiedades físicas del papel reciclado obtenido con distintas proporciones de cáscara de maracuyá. Se aplicó una escala de puntuación del 1 al 5, siguiendo el enfoque metodológico propuesto por [Moreno et al. \(2016\)](#), quienes establecen una matriz de valoración ordinal para comparar características físicas en materiales de papel reciclado artesanal.

Las propiedades evaluadas fueron:

- **Color:** Se calificó desde 1 (blanco, similar al papel reciclado original) hasta 5 (oscuro, en relación con el color del residuo orgánico de cáscara de maracuyá). Esta variable permitió identificar la influencia de la concentración de cáscara en el tono final del papel.
- **Estabilidad dimensional:** Representó la facilidad del papel para doblarse. Se asignó una puntuación de 1 cuando el papel se dobló con facilidad, y de 5 cuando presentó rigidez e imposibilidad de ser plegado.
- **Pliegue:** Evaluó la resistencia del papel al doblarse. Un puntaje de 1 indicó que el papel marcó fácilmente los dobleces sin romperse, mientras que 5 reflejó que el material tendía a romperse al ser doblado.
- **Escritura:** Valoró la facilidad para escribir sobre la superficie del papel. Una calificación de 1 correspondió a una escritura suave y fluida (como en una hoja blanca estándar), mientras que una calificación de 5 reflejó dificultades notables al deslizar un bolígrafo o lápiz.
- **Textura:** Describió el nivel de aspereza al tacto. Una superficie lisa y homogénea obtuvo una calificación de 1, mientras que una superficie áspera, comparable a una lija gruesa, fue calificada con 5.
- **Resistencia a la penetración:** Midió la capacidad del papel para resistir el paso de un objeto puntiagudo. Una puntuación de 1 señaló una alta resistencia (sin perforación), y una puntuación de 5, una baja resistencia (penetración fácil).

Las muestras fueron evaluadas mediante hojas formateadas en tamaño A5. Cada tratamiento experimental (concentraciones de 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de cáscara) fue replicado tres veces para asegurar la consistencia. Los resultados se interpretaron comparativamente con el papel reciclado convencional (sin adición de maracuyá), con el propósito de identificar los tratamientos más favorables para su uso en contextos gastronómicos.

Resultados

Tabla 1
Caracterización de Residuos en el Restaurante

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | kg | % |
| 1. Residuos aprovechables | 66.86 | 47.61 | 32.75 | 56.12 | 64.47 | 61.30 | 0.00 | 329.11 | 91.96 % |
| 1.1. Residuos Orgánicos | 65.30 | 46.40 | 31.80 | 54.80 | 62.30 | 59.10 | 0.00 | 319.70 | 89.33 % |
| Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas) | 65.30 | 46.40 | 31.80 | 54.80 | 62.30 | 59.10 | | 319.70 | 89.33 % |
| 1.2. Residuos Inorgánicos | 1.56 | 1.21 | 0.95 | 1.32 | 2.17 | 2.20 | 0.00 | 9.41 | 2.63 % |
| 1.2.1. Papel | 0.35 | 0.20 | 0.15 | 0.25 | 0.42 | 0.60 | 0.00 | 1.97 | 0.55 % |
| Blanco | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| Periódico | 0.35 | 0.20 | 0.15 | 0.25 | 0.42 | 0.60 | | 1.97 | 0.55 % |
| Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares) | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| 1.2.2. Cartón | 0.50 | 0.50 | 0.40 | 0.60 | 0.70 | 0.50 | 0.00 | 3.20 | 0.89 % |



| | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|----------|
| Blanco (liso y cartulina) | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| Marrón (Corrugado) | 0.50 | 0.50 | 0.40 | 0.60 | 0.70 | 0.50 | | 3.20 | 0.89 % |
| Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares) | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| 1.2.3. Vidrio | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 % |
| Transparente | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros) | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| Otros (vidrio de ventana) | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| 1.2.4. Plástico | 0.59 | 0.51 | 0.28 | 0.47 | 0.93 | 0.86 | 0.00 | 3.64 | 1.02 % |
| PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares) | 0.55 | 0.49 | 0.25 | 0.45 | 0.86 | 0.78 | | 3.38 | 0.94 % |
| PEBD-Polietileno de baja densidad (2) | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.07 | 0.08 | | 0.26 | 0.07 % |
| PEAD-Polietileno de alta densidad (1) | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| 1.2.5. Tetra brik (envases multicapa) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 % |
| 1.2.6. Metales | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.24 | 0.00 | 0.60 | 0.17 % |
| Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros) | 0.12 | | 0.12 | | 0.12 | 0.24 | | 0.60 | 0.17 % |
| Otros | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| 1.2.7. Textiles (telas) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 % |
| 1.2.8. Caucho, cuero, jebe | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 % |
| 2. Residuos no reaprovechables | 5.60 | 4.40 | 4.54 | 3.70 | 5.71 | 4.83 | 0.00 | 28.78 | 8.04 % |
| Residuos sanitarios | 2.60 | 1.90 | 1.84 | 2.20 | 2.81 | 2.73 | | 14.08 | 3.93 % |
| Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| Bolsas plásticas de un solo uso | 3.00 | 2.50 | 2.70 | 1.50 | 2.90 | 2.10 | | 14.70 | 4.11 % |
| Otros residuos no categorizados | | | | | | | | 0.00 | 0.00 % |
| Total | 66.86 | 47.61 | 32.75 | 56.12 | 64.47 | 61.30 | 0.00 | 357.89 | 100.00 % |

En la Tabla 1 se evidencia que el restaurante genera principalmente residuos aprovechables, representando el 91.96% del total, de los cuales los residuos orgánicos como restos de comida, cáscaras y frutas constituyen el 89.33%. Dentro de los residuos inorgánicos, los más frecuentes fueron el plástico (1.02%) y el cartón marrón (0.89%), siendo insignificante la presencia de vidrio, metales, textiles y caucho. En contraste, los residuos no aprovechables representaron solo el 8.04%, compuestos mayormente por residuos sanitarios y bolsas plásticas de un solo uso. Esta caracterización permite identificar a las cáscaras de frutas, especialmente la de maracuyá, como un insumo abundante y viable para su valorización en procesos como la elaboración de papel reciclado.



Tabla 2

Calificación para la Valoración de los Parámetros de Calidad a tres Porcentajes de Adición de Pulpa de Papel Reciclado

| Evaluación del papel | Concentración de maracuyá | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 mg | 10 mg | 20 mg | 30 mg | 40 mg | 50 mg | 60 mg |
| Color | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| Estabilidad dimensional | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Pliegue | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Escritura | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Textura | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la penetración | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |

En la Tabla 2 se observa una mejora progresiva en las propiedades del papel a medida que se incrementa la concentración de cáscara de maracuyá. A partir de los 30 ml, se evidencian puntuaciones superiores en parámetros como color, estabilidad dimensional, escritura y resistencia, alcanzando los valores más altos con 50 ml y 60 ml de adición. Esto sugiere que una mayor proporción de cáscara mejora la calidad general del papel reciclado, haciéndolo más funcional para aplicaciones prácticas.

Tabla 3

Tabla de Frecuencia de la Influencia del Color en el Papel Reciclado

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|---|------------|------------|----------------------|
| Blanco, sin alterar el color original del papel reciclado | 2 | 28.6 | 28.6 |
| Ligero cambio de tonalidad hacia un color crema claro. | 2 | 28.6 | 57.1 |
| Cambio intermedio hacia un tono marrón claro. | 1 | 14.3 | 71.4 |
| Oscurecimiento perceptible, marrón medio. | 2 | 28.6 | 100.0 |
| Total | 7 | 100.0 | |

En la Tabla 3 se muestra que el 28.6% de las muestras conservó un color blanco, mientras que otro 28.6% presentó un oscurecimiento perceptible hacia un tono marrón medio. Un porcentaje igual mostró una tonalidad crema clara, y solo el 14.3% presentó un cambio intermedio. Estos resultados indican que la incorporación de cáscara de maracuyá afecta progresivamente el color del papel reciclado, siendo más notable a mayor concentración del residuo.

Tabla 4

Tabla de Frecuencia de la Influencia de la Estabilidad Dimensional en el Papel Reciclado

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|--|------------|------------|----------------------|
| Moderadamente flexible, ofrece leve resistencia al doblarse. | 3 | 42.9 | 42.9 |
| Resistencia intermedia, requiere un esfuerzo para doblarse. | 2 | 28.6 | 71.4 |
| Bastante rígido, difícil de doblar. | 2 | 28.6 | 100.0 |
| Total | 7 | 100.0 | |

En la Tabla 4 se observa que el 42.9% de las muestras presentó una estabilidad dimensional moderada, mostrando flexibilidad con leve resistencia al doblarse. Por otro lado, el 57.2% restante se distribuye entre niveles de resistencia intermedia (28.6%) y rigidez elevada (28.6%), lo cual sugiere que, a mayor concentración de cáscara de maracuyá, el papel tiende a ganar rigidez estructural, favoreciendo su estabilidad.



Tabla 5

Tabla de Frecuencia de la Influencia del Pliegue en el Papel Reciclado

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|--|------------|------------|----------------------|
| Marca el dobléz con facilidad, sin romperse. | 2 | 28.6 | 28.6 |
| Marca dobléz moderado, con resistencia leve. | 3 | 42.9 | 71.4 |
| Resistencia intermedia al doblar, dobles marcados pero visibles. | 1 | 14.3 | 85.7 |
| Resistencia alta, dificulta el marcado del dobléz. | 1 | 14.3 | 100.0 |
| Total | 7 | 100.0 | |

En la Tabla 5 se muestra que el 71.5% de las muestras presentó un pliegue de fácil a moderado, marcando el dobléz sin romperse o con leve resistencia. Solo el 28.6% mostró resistencia intermedia o alta al doblado, lo que indica que la mayoría de los papeles reciclados elaborados mantienen una buena flexibilidad estructural, característica favorable para su uso en productos que requieren ser plegados sin deteriorarse.

Tabla 6

Tabla de Frecuencia de la Influencia de la Escritura en el Papel Reciclado

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|---|------------|------------|----------------------|
| Escritura casi suave, con leve irregularidad en la superficie. | 3 | 42.9 | 42.9 |
| Escritura intermedia, la textura genera una sensación áspera. | 3 | 42.9 | 85.7 |
| Escritura difícil, resistencia evidente al deslizar el lápiz o bolígrafo. | 1 | 14.3 | 100.0 |
| Total | 7 | 100.0 | |

En la Tabla 6 se aprecia que el 85.8% de las muestras permiten una escritura aceptable: un 42.9% con superficie casi suave y otro 42.9% con textura ligeramente áspera. Solo una muestra (14.3%) presentó dificultades evidentes al escribir. Estos resultados indican que la mayoría de los papeles reciclados elaborados con cáscara de maracuyá son funcionales para escritura manual, lo que refuerza su utilidad práctica en aplicaciones como menús o papelería.

Tabla 7

Tabla de Frecuencia de la Influencia de la Textura en el Papel Reciclado

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|--|------------|------------|----------------------|
| Levemente áspera, apenas perceptible. | 3 | 42.9 | 42.9 |
| Áspera moderada, sensación de irregularidad media. | 4 | 57.1 | 100.0 |
| Total | 7 | 100.0 | |

En la Tabla 7 se evidencia que el 57.1% de las muestras presentó una textura áspera moderada, mientras que el 42.9% fue evaluada como levemente áspera. Esto sugiere que la mayoría de los papeles reciclados conserva una textura perceptible, aunque dentro de niveles aceptables para su manipulación o uso.

Tabla 8

Tabla de Frecuencia de la Influencia del Textura en el Papel Reciclado

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|---|------------|------------|----------------------|
| Resistencia moderada, soporta peso con leve deformación. | 5 | 71.4 | 71.4 |
| Resistencia intermedia, el objeto penetra con presión moderada. | 2 | 28.6 | 100.0 |
| Total | 7 | 100.0 | |



En la Tabla 8 se observa que el 71.4 % de las muestras presentó una resistencia moderada, soportando peso con leve deformación, mientras que el 28.6 % mostró una resistencia intermedia. Esto indica que la mayoría de los papeles reciclados elaborados con cáscara de maracuyá tienen un buen desempeño estructural bajo condiciones de carga ligera.

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo general elaborar papel reciclado a partir de cáscaras de maracuyá para su uso sostenible en establecimientos gastronómicos. Esta iniciativa se orientó a aprovechar el papel reciclado y la cáscara de maracuyá, residuos orgánicos de alta disponibilidad regional como insumos alternativos en la producción de materiales biodegradables, promoviendo prácticas sostenibles que contribuyan a la reducción de residuos y al fortalecimiento de modelos de economía circular.

Los resultados obtenidos en el restaurante “Carambita” muestran que la generación predominante de residuos orgánicos aprovechables representa el 89.33 % del total, incluyendo cáscaras de frutas como el maracuyá. Este hallazgo valida su elección como materia prima para la elaboración de papel reciclado, debido a su disponibilidad en grandes cantidades y de forma continua. Esta característica es fundamental para asegurar la sostenibilidad del proceso productivo, en concordancia con los principios de economía circular y valorización de residuos agroindustriales. De manera similar, [Haile et al. \(2021\)](#) destacan que los residuos derivados de fábricas de pulpa y papel, como el licor negro, el aserrín y los residuos leñosos, poseen un alto potencial de valorización por su alto contenido de lignina y celulosa. En la misma línea, [Worku et al. \(2023\)](#) subrayan que residuos agrícolas como el bagazo de caña, la paja de arroz y los tallos de maíz contienen elevados porcentajes de holocelulosa y baja lignina, lo cual facilita su procesamiento y los convierte en insumos viables para la fabricación de papel reciclado.

Las pruebas realizadas en esta investigación muestran cómo la incorporación progresiva de cáscara de maracuyá influye en las propiedades del papel. A partir de un 30 % de concentración, se observaron mejoras en textura (3/5), estabilidad dimensional (3/5) y capacidad de escritura (3/5), alcanzando niveles adecuados de funcionalidad. Respecto a la textura y cohesión del papel, el tratamiento con 30 % de cáscara presentó una superficie uniforme y aceptable al tacto, resultado coherente con estudios previos como el de [Do Val Siqueira et al. \(2021\)](#), quienes desarrollaron películas biodegradables a base de almidón de maracuyá. Asimismo, la resistencia al peso, evaluada mediante la resistencia a la penetración, mostró un buen desempeño técnico, especialmente en las muestras con 50 % y 60 % de cáscara, que obtuvieron puntuaciones de 3/5. Respecto a la capacidad de escritura, las muestras con 10 % y 20 % alcanzaron una calificación elevada, comparable a la del papel convencional reciclado, similar a lo reportado por [Zhao et al. \(2020\)](#) y [Cheng et al. \(2024\)](#), quienes analizaron papeles biodegradables mejorados con aditivos naturales. Por su parte, [Cabezas et al. \(2022\)](#) analizaron el papel elaborado a partir de pseudotallo de banano, concluyendo que el remojo y secado adecuado mejora su textura y estabilidad dimensional, lo que refuerza la utilidad de residuos agrícolas en la producción de papel artesanal.

Los resultados físicos obtenidos y su análisis en contexto demuestran que el papel reciclado con adición de cáscara de maracuyá presenta características adecuadas para aplicaciones prácticas en el sector gastronómico. En particular, las muestras con 10 % y 20 % de cáscara ofrecieron un equilibrio entre funcionalidad (escritura, textura y color) y apariencia estética, lo que las hace apropiadas para menús, envoltorios, portavasos o papelería institucional. Desde el punto de vista práctico, el proceso de producción es de bajo costo, no requiere maquinaria especializada ni emplea químicos tóxicos, por lo que puede ser replicado en microemprendimientos, asociaciones de recicladores y comunidades rurales. Además, al utilizar un residuo orgánico abundante, el impacto ambiental del papel elaborado es bajo, lo que refuerza su viabilidad como una alternativa ecológica a productos desechables tradicionales.

Por otro lado, [Dalgo-Flores et al. \(2024\)](#) sostienen que los residuos de cáscara de naranja generados en restaurantes constituyen un subproducto abundante y actualmente subutilizado, con alto potencial para procesos de valorización. El proceso de obtención de pectina a partir de estos residuos es escalable, económico y no requiere maquinaria especializada, cumpliendo con los estándares de calidad alimentaria. Del mismo modo, [Jurado-Erao et al. \(2023\)](#) destacan que residuos como las cáscaras de maracuyá y otras frutas son ideales para producir carbón activado, lo que sugiere su potencial uso en empaques o componentes estructurales para aplicaciones gastronómicas.



Aunque el estudio describe detalladamente el proceso de elaboración del papel, incluyendo etapas de recolección, secado, triturado, mezcla y prensado, las evaluaciones realizadas fueron de carácter cualitativo o semi-cuantitativo, sin la aplicación de ensayos estandarizados de resistencia mecánica (tracción, gramaje, índice de estallido). Tampoco se midieron propiedades como la biodegradabilidad en condiciones reales, resistencia térmica o comportamiento ante agentes líquidos, aspectos clave para garantizar su funcionalidad en usos comerciales. Por último, el análisis se restringió a cáscaras de maracuyá, sin evaluar el efecto combinado con otros residuos de origen vegetal. Futuras investigaciones podrían enriquecer esta información evaluando cuantitativamente parámetros de eficiencia productiva, como el consumo de agua, duración del secado, costo por hoja y capacidad de producción diaria.

Sin embargo, puede considerarse eficiente desde una perspectiva artesanal y sostenible, al no requerir insumos industriales ni generar subproductos contaminantes. El procedimiento empleado muestra potencial para ser implementado en espacios educativos o comunitarios como una tecnología social de bajo impacto, y es escalable según la disponibilidad del insumo. Esto es acorde a la perspectiva de [Manea et al. \(2024\)](#) acerca del compostaje, quienes resaltan cómo procesos sostenibles pueden optimizarse mediante tecnologías de automatización y control de variables clave sin perder su carácter ecológico y accesible.

Conclusiones

Esta investigación confirma la viabilidad de elaborar papel reciclado utilizando cáscaras de maracuyá como insumo orgánico alternativo, en un proceso artesanal, accesible y ambientalmente responsable. En la ciudad de Tacna, donde la generación de residuos orgánicos supera ampliamente su aprovechamiento, y donde no existen actualmente sistemas de valorización ni infraestructuras adecuadas para la disposición final, esta propuesta cobra especial relevancia. El uso de un residuo agroindustrial abundante y local, como la cáscara de maracuyá, permite plantear una solución sostenible alineada con las necesidades ambientales y productivas de la región.

Más allá del desarrollo técnico, este trabajo plantea una alternativa concreta para reducir el uso de productos desechables en establecimientos gastronómicos, a la vez que promueve una cultura de reciclaje y valorización de residuos orgánicos desde una perspectiva de economía circular. La simplicidad del proceso de producción y la disponibilidad del insumo en Tacna facilitan su implementación en comunidades locales, asociaciones de recicladores, centros educativos y microemprendimientos comprometidos con la sostenibilidad.

Desde una mirada institucional, esta propuesta puede articularse con políticas públicas orientadas al consumo responsable, la educación ambiental y la promoción de cadenas productivas limpias. Por ello, se recomienda fomentar alianzas estratégicas entre gobiernos locales, empresas gastronómicas y organizaciones ambientales para escalar esta iniciativa a nivel regional.

Futuras investigaciones deberían incorporar ensayos estandarizados bajo normativas internacionales (como TAPPI o ISO), así como analizar el desempeño del papel en condiciones de uso real, su biodegradabilidad y la combinación con otros residuos orgánicos disponibles en la zona. Esto hará posible fortalecer y ampliar el impacto de una propuesta que contribuye no solo a mitigar la presión sobre los ecosistemas locales, sino también a dinamizar economías regionales desde prácticas sostenibles y replicables.

Referencias

- Cabezas, W., Dávila, D., Freire, C., Hernández, S., & Morales, A. (2022). Elaboración de papel a base del banano. *Athenea Journal in Engineering Sciences*, 2(6), 15–21. <https://doi.org/10.47460/athenea.v2i6.29>
- Carvalho Pereira, Z., Martins dos Anjos Cruz, J. M., Frota Corrêa, R., Aparecido Sanches, E., Campelo, P. H., & de Araújo Bezerra, J. (2023). Passion fruit (*Passiflora spp.*) pulp: A review on bioactive properties, health benefits and technological potential. *Food Research International*, 166, 112626. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112626>
- Cheng, Z., Li, J., He, G., Su, M., Xiao, N., Zhang, X., Zhong, L., Wang, H., Zhong, Y., Chen, Q., Chen, Y., & Liu, M. (2024). Biodegradable packaging paper derived from chitosan-based composite barrier coating for agricultural products preservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 280(4), 136112. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.136112>



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico
258 - 268

Elaboración de Papel a Partir de Papel Reciclado y de Cáscaras de Maracujá para su Uso en Establecimientos Gastronómicos

Andrea Alejandra Velásquez Gómez

ORCID: 0009-0006-8495-8591

<https://revista.scienceevolution.com>



ComexPerú. (2022). *Solo aprovechamos el 1% de residuos orgánicos e inorgánicos que generamos*.

<https://www.comexperu.org.pe/articulo/solo-aprovechamos-el-1-de-residuos-organicos-e-inorganicos-que-generamos>

Dalgo-Flores, V. M., Cayambe Criollo, J. D., Rodríguez Vinuesa, V. I., Tixi Gallegos, K. G., & Quispillo Moyota, J. M. (2024). Caracterización físico-química en la optimización de la producción de pectina a partir de residuos de naranja (*Citrus sinensis*) mediante hidrólisis ácida: Un enfoque eficiente para su potencial aplicación como agente estabilizante, emulsificante y gelificante. *Dialnet*, 9(1), 2041-2064.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9281996>

Do Val Siqueira, L., Arias, C. I. L. F., Maniglia, B. C., & Tadini, C. C. (2021). Starch-based biodegradable plastics: methods of production, challenges and future perspectives. *Current Opinion in Food Science*, 38, 122-130.

<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.020>

Haile, A., Gelebo, G. G., Tesfaye, T., Mengie, W., Mebrate, M. A., Abuhay, A., & Limeneh, D. Y. (2021). Pulp and paper mill wastes: utilizations and prospects for high value-added biomaterials. *Bioresources and Bioprocessing*, 8(35), 35.

<https://doi.org/10.1186/s40643-021-00385-3>

Jurado-Erazo, D. K., Tulcán-Cuasapud, Y. A., & Rojas González, A. F. (2023). Perspectivas de valorización de residuos de frutas a partir de sus características físicas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1), e3016.

https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:3016

Manea, E. E., Bumbac, C., Dinu, L. R., Bumbac, M., & Nicolescu, C. M. (2024). Composting as a sustainable solution for organic solid waste management: Current practices and potential improvements. *Sustainability*, 16(15), 6329.

<https://doi.org/10.3390/su16156329>

Ministerio del Ambiente#. (2021). *Resolución Ministerial N.º 105-2021-MINAM: Aprueban tres fichas de homologación de "Papel bond A3 y A4"*. El Peruano.

<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/1985755-105-2021-minam>

Moreno, F. A., Robayo Quintana, M., Ferrucho Rodríguez, L., & Vargas Oyola, M. (2016).

Aprovechamiento de residuos vegetales de pétalos de rosas, tallos de girasol y vástago de plátano para la fabricación artesanal de papel. *Inventum*, 11(20), 71-82.

<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.11.20.2016.71-82>

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Orrego, C. E., Salgado, N., & Díaz, M. S. (2020). *Productividad y competitividad frutícola andina: Producto 9. Estudio de mercado interno y externo de la fruta fresca y sus derivados* [Informe técnico]. FONTAGRO.

https://www.fontagro.org/new/uploads/products/16111_-_Producto_9.pdf

Programa de las Naciones Unidas. (2021). *El plástico, que ya ha atragantado nuestros océanos, terminará por asfixiarnos a todos si no actuamos rápidamente*.

<https://news.un.org/es/story/2021/10/1498752>

Programa de las Naciones Unidas- Habitat. (s.f.). *Recolectar y eliminar residuos de manera eficiente*. Recuperado el 20 de mayo de 2025

<https://onu-habitat.org/index.php/recolectar-y-eliminar-residuos-de-manera-eficiente>

Sistema Nacional de Información Ambiental. (2021). *Reporte estadístico departamental 2021: Tacna*. Ministerio del Ambiente.

https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/dossier_tacna_ago21.pdf

Worku, L. A., Bachheti, A., Bachheti, R. K., Rodrigues Reis, C. E., & Chandel, A. K. (2023). Agricultural residues as raw materials for pulp and paper production: Overview and applications on membrane fabrication. *Membranes*, 13(2), 228.

<https://doi.org/10.3390/membranes13020228>

Zhao, L., Huang, H., Han, Q., Yu, Q., Lin, P., Huang, S., Yin, X., Yang, F., Zhan, J., Wang, H., & Wang, L. (2020). A novel approach to fabricate fully biodegradable poly(butylene succinate) biocomposites using a paper-manufacturing and compression molding method. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 139, 106117.

<https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2020.106117>