

ELABORACIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO A BASE DE DESECHOS DE PAPEL Y RESIDUOS FORESTALES A ESCALA LABORATORIO PARA ESTUDIANTES DE ZONAS MARGINALES

Daza Merino, Rosalia¹ - Rodríguez Lagunes, María Alicia - Lagunes Barradas, Virginia
González Grovas, Luis Roberto - Zavaleta Barbadillo, Jazmin

RESUMEN

La producción de papel convencional tiene un alto impacto ambiental debido a la deforestación y el uso de químicos. Por tal motivo, este proyecto plantea una alternativa sostenible, consistente en la elaboración de papel ecológico a partir de desechos de papel y residuos forestales, capaz de mitigar estos efectos y fomentar una economía circular. El proyecto describe las fases que inician en la recolección de desechos de papel y residuos forestales, así como su preparación y procesamiento en un entorno de laboratorio. Los materiales se trituraron y mezclaron con agua, formando hojas de papel mediante moldes y prensas, seguido por un secado adecuado. El papel producido se evaluó en términos de resistencia, flexibilidad, durabilidad y tiempo de degradación. El proyecto se implementó en una institución de educación superior para el aprovechamiento del papel en una escuela de zona marginal, fomentando la conciencia ambiental en ambas comunidades educativas y promoviendo una cultura de sostenibilidad.

Palabras claves: Papel ecológico, Economía circular, Proceso de elaboración sostenible

PRODUCTION OF ECO-FRIENDLY PAPER FROM PAPER WASTE AND FORESTRY RESIDUES AT A LABORATORY SCALE FOR STUDENTS IN MARGINALIZED AREAS

ABSTRAC

Conventional paper production has a high environmental impact due to deforestation and the use of chemicals. For this reason, this project proposes a sustainable alternative, consisting of the production of ecological paper from wastepaper and forestry waste, capable of mitigating these effects and promoting a circular economy. The project describes the phases starting with the collection of wastepaper and forest residues, as well as their preparation and processing in a laboratory environment. The materials were shredded and mixed with water, forming sheets of paper using molds and presses, followed by appropriate drying. The paper produced was evaluated in terms of strength, flexibility, durability and degradation time. The project was implemented in a higher education institution for the use of paper in a school in a marginalized area, fostering environmental awareness in both educational communities and promoting a culture of sustainability.

Keywords: Ecological paper, Circular economy, Sustainable manufacturing process

¹ TECNMI/Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Sección 5ª de Reserva Territorial S/N, Xalapa, Veracruz (México) Email: rosalia.dm@xalapa.tecnm.mx

Introducción

La combinación de enfoques ecológicos y orgánicos en la producción de papel promueve una industria más limpia, segura y sostenible, ya que un producto ecológico se caracteriza porque sus sistemas de producción respetan y protegen el medio ambiente en todas sus etapas y, por su parte, la obtención de un producto orgánico radica en la utilización de sustancias y elementos naturales, sin elementos químicos (Prada Bartolomé, 2017). En este sentido, la Comisión para la Cooperación Ambiental (2017) comenta que un “residuo orgánico se refiere a todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo”.

Acorde con lo anterior, el papel y los productos relacionados con él se elaboran a partir de fibras de celulosa presentes en las plantas, las cuales pueden provenir de diferentes vegetales, tales como, algodón, madera y paja de cereales, entre otros (Chavarría De La Cruz, 2021). Asimismo, el papel es un producto básico para el ser humano, por lo que posee gran demanda en el mercado, llegando a formar parte del desarrollo de la vida diaria del ser humano (Cortez Vega, 2014).

Por otra parte, el reciclaje del papel conlleva a reducir la cantidad de árboles que se talan para la fabricación de éste, así como el ahorro de otros recursos usados en su elaboración, como la energía y el agua; también impulsa la preservación de la flora y la fauna, provocando así el cuidado y conservación del medio ambiente.

Con la finalidad de satisfacer las necesidades básicas del ser humano y preservar la naturaleza, además de fomentar una cultura y hábito de reciclaje en el sector educativo de nivel superior, surge la idea de la elaboración de hojas de papel a base de desechos de papel en combinación con residuos forestales que, para este caso, son las semillas del árbol *ficus benjamina*, también conocido como laurel de la india.

Dado lo anterior, el objetivo de este proyecto de investigación consistió en elaborar papel ecológico destinado a alumnos de escuelas públicas de zonas marginales, a base de desechos de papel y de residuos forestales del árbol mencionado anteriormente, todo ello a nivel laboratorio.

Metodología

El proceso previo a la fabricación del papel ecológico consistió en dos fases: 1) investigación documental respecto a los métodos y usos del papel reciclado y el tipo de proceso de fabricación del papel y, por otro lado, 2) investigación descriptiva sobre el uso que se le dan a las hojas desechadas en las oficinas del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX). El instrumento utilizado fue un cuestionario estructurado con preguntas cerradas de opción múltiple, cuyas respuestas fueron analizadas y representadas a través de gráficas.

Posteriormente, se llevaron a cabo las diversas etapas de la metodología propuesta por (Funes, 2019), mismo que se utilizó para llevar a cabo el proceso de elaboración de las hojas a base de desechos de papel y residuos forestales:

- **Recolección del fruto:** El primer paso que se llevó a cabo fue la recolección del fruto proveniente del árbol *ficus benjamina* que se encuentra en una de las jardineras del ITSX.
- **Secado del fruto:** Posteriormente, el fruto se extendió en una superficie plana para que se secara a temperatura ambiente y directamente al sol. Este proceso duró aproximadamente entre 1 y 2 semanas.
- **Recolección de papel reciclado:** Mientras se realizaba el proceso de secado del fruto, se hizo la recolección de hojas de papel desechadas por un grupo de estudiantes y personal del ITSX.
- **Obtención de la pulpa:** Las hojas desechadas se pesaron (100 g) y se cortaron para vaciarlas en una bandeja donde se remojaron con agua. Dicho proceso de remojo duró entre 1 y 2 días.
- **Molido y colación del fruto:** Se pulverizó en un mortero de piedra los 100gr del *ficus benjamina*, con el fin de obtener una mejor cantidad de partículas que mejoraran el proceso de mezclado con la pulpa del papel.
- **Mezcla de la pulpa y el fruto molido con agua:** Después de haber molido el fruto (100 gr) y de haber obtenido la pulpa de las hojas, se licuaron estos elementos con agua (6 litros), para lograr que la mezcla fuera uniforme.
- **Vaciado de la mezcla al recipiente:** Se realizó el vaciado de la mezcla en un recipiente.
- **Moldeado:** Después de tener la mezcla uniforme dentro del recipiente, se sumergió el marco en esta para captar de manera uniforme la mezcla que formaría la hoja.
- **Traslado de la mezcla a tela:** Luego de tener la mezcla necesaria en el marco, se colocó sobre ella un lienzo pequeño de tela para quitar el exceso de agua con ayuda de una esponja. Acto seguido, se dio la vuelta al marco de manera que la tela quedó debajo de este, sobre una superficie plana. Para terminar, se despegó el marco de la tela con la mezcla y se obtuvo la mezcla sobre la tela.
- **Prensado:** Cuando se tuvo la mezcla sobre el lienzo de tela, se continuó poniendo otro lienzo sobre la misma de modo que permitió realizar el prensado con el uso de un dispositivo de madera para que quedar de forma uniforme.
- **Secado:** Después del prensado se quitó el lienzo de encima y se dejó el lienzo de tela con la mezcla en la superficie plana haciendo uso de dos manera de secado: una directamente con el sol o temperatura ambiente, y la segunda con el uso de una cámara térmica a escala laboratorio.
- **Desmolde:** Luego de que la mezcla secó, se desmoldó la hoja.
- **Obtención del producto final:** Después de desmoldar la hoja de la tela, se recortó el sobrante de hoja para proporcionar las medidas necesarias de tamaño carta.

Resultados

En este apartado de la investigación se presentan los resultados del instrumento aplicado a 150 personas, mismo que corresponde a estudiantes y personal administrativo del ITSX, esto con la finalidad de identificar qué destino tienen las hojas que ya no se puede reciclar y cuántos consumen productos ecológicos. La información se presenta de forma tabulada para una mejor comprensión (ver tablas 1 y 2).

Tabla 1

Resultados de las preguntas 1 a la 4

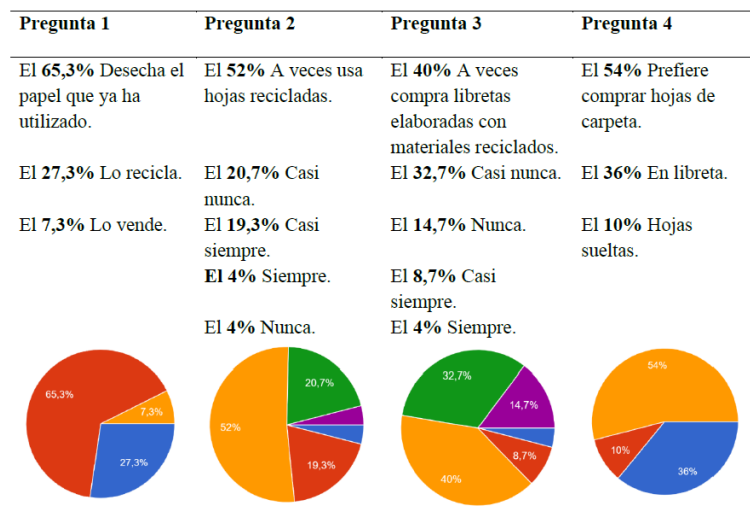
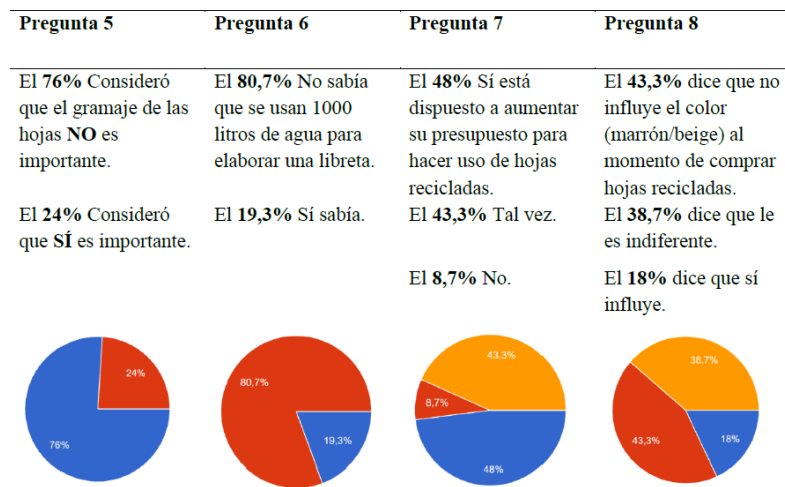


Tabla 2

Resultados de las preguntas 5 a la 8



En relación con la hoja ecológica se muestran los productos obtenidos elaborados a base de desechos de papel y residuos forestales con las medidas de una hoja tamaño carta (ver Figura 1 y Figura 2).

Figura 1

Hoja elaborada con hojas desechadas y residuos forestales (ficus benjamina)



Figura 2

Separadores y sobres con hojas desechadas y residuos forestales (ficus benjamina)



Con respecto al proceso de elaboración de hojas a base de desechos de papel y residuos forestales, se utilizaron tres opciones para el proceso de secado (ver tabla 3): la primera consistió en secar la hoja directamente al sol con una duración de 2 a 3 horas; la segunda se realizó a través del clima mesotérmico, la cual tuvo una duración de 2 a 3 días; en la tercera opción se utilizó una cámara térmica a escala laboratorio para agilizar el tiempo de secado, teniendo como resultado un tiempo estimado de una 1 hora con 15 minutos.

Tabla 3

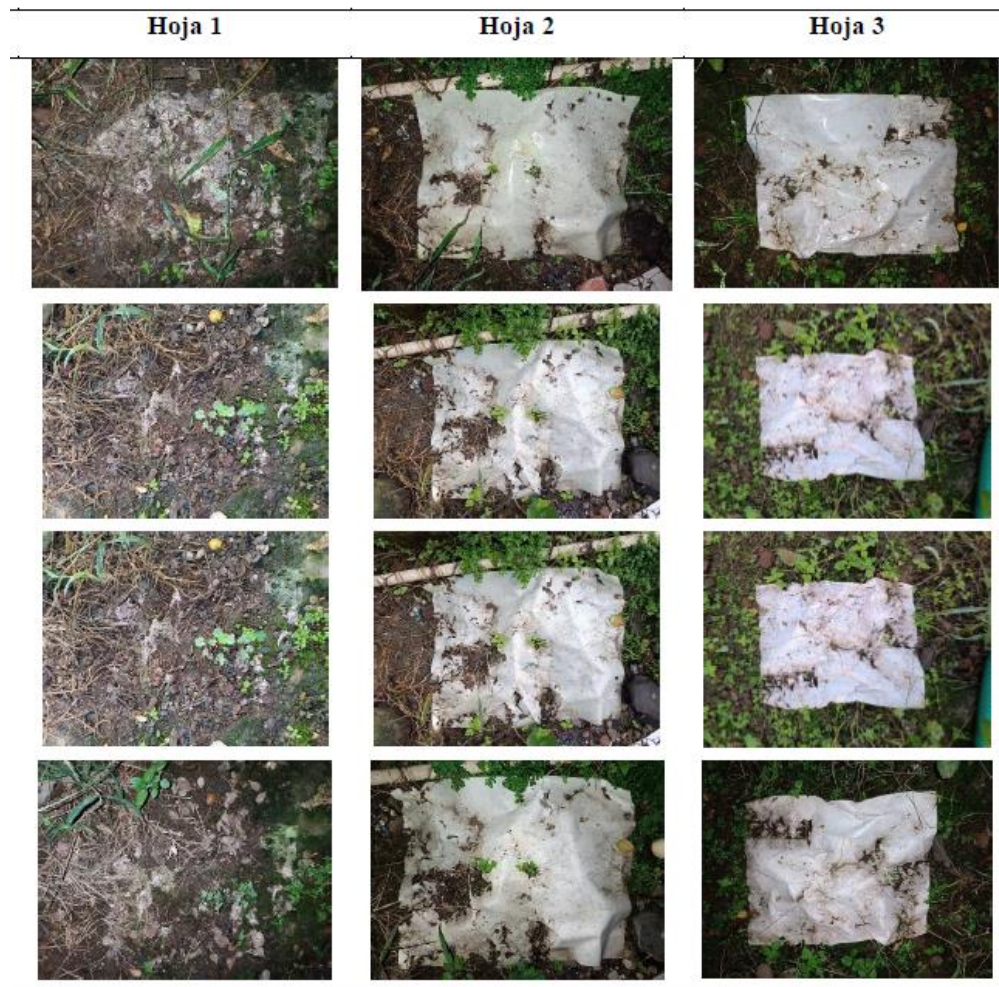
Tipos de secado de las hojas ecológicas a base de desechos de papel y residuos forestales

Detalles	Tipo de Secado		
	Energía Solar	Clima mesotérmico	Cámara Térmica
Descripción	Este tipo de secado consiste en dejar la mezcla de la hoja bajo la luz del sol directa para que seque.	Este secado consiste en dejar la mezcla de la hoja sobre una superficie plana donde se dejará reposar hasta que seque.	Este tipo de secado consiste en dejar reposar la mezcla de la hoja sobre un bastidor que se mete y acomoda dentro de la cámara térmica donde se dejarán hasta que seque.
Tiempo	Entre 2 a 3 horas.	Entre 2 a 3 días.	Entre 1 hora o 1 hora 15 minutos.
Foto			

Finalmente, se hizo un análisis comparativo de cuánto tardan en degradarse tres tipos diferentes de papel: 1) la hoja a base de desechos de papel y residuos forestales; 2) la hoja de papel a color; y, por último, 3) la hoja blanca de papel bond convencional. En esta prueba se encontró que la hoja elaborada a base de desechos de papel y residuos forestales (*ficus benjamina*) comenzó a descomponerse después de cinco días, mientras que las otras hojas se mostraban intactas. La evolución de este fenómeno se observó a lo largo del tiempo, hasta que al cabo de un mes el papel elaborado a partir de papel desechado y residuos forestales se degradó por completo, mientras que la hoja de color y la de papel bond mostraron pocos signos de descomposición (ver figura 3).

Figura 3

Demostración del proceso de degradación



Discusión

El desglose, tanto de la metodología utilizada como de los resultados obtenidos, proporciona una comprensión integral del proyecto y su relevancia en términos ambientales, educativos y sociales.

La necesidad de alternativas sostenibles para la producción de papel permite reducir el uso de recursos naturales, disminuir los residuos sólidos y mitigar los efectos negativos en el medio ambiente.

Asimismo, el fomento de prácticas sostenibles en la producción de papel, objetivo de este proyecto, promueve una economía circular a través del desarrollo de un currículo que incluye la teoría y práctica de la elaboración de papel ecológico, la capacitación de

estudiantes en técnicas de reciclaje, manejo de materiales y procesos de fabricación de papel y, sobre todo, la promoción de una cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental tanto entre los estudiantes como en la comunidad en general.

Finalmente, el impacto de los resultados obtenidos en términos de calidad y propiedades del papel ecológico, permitieron evaluar la resistencia, flexibilidad y textura del papel producido en comparación con el papel convencional, su tiempo de degradación y su viabilidad económica para la generación de otros productos a largo plazo.

Conclusiones

Gracias a la metodología utilizada que consistió en una investigación documental sobre productos ecológicos y orgánicos elaborados con desechos de papel o residuos forestales, así como una investigación descriptiva sobre el uso de papel reciclado, se logró alcanzar el objetivo de diseñar un proceso de producción de hojas a base de desechos de papel y residuos forestales del árbol *ficus benjamina*, dando como resultado hojas ecológicas. Asimismo, se conocieron las características y componentes del papel hechos a base de dichos desechos, identificándose sus diferentes puntos de recolección. Y, por último, se desarrolló e implementó la metodología para la producción de hojas a partir de desechos de papel y residuos forestales.

De igual forma, es importante mencionar que se logró comprobar que las hojas elaboradas con papel reciclado y residuos forestales tienen un mejor proceso de degradación que aquellas de papel convencional. Asimismo, se logró llevar a cabo una capacitación a alumnos de nivel básico de cómo hacer las hojas a base de desechos de papel y residuos forestales, obteniendo resultados satisfactorios.

La importancia de este proceso concientiza a la sociedad en la reutilización de materiales para generar otros productos logrando un menor impacto en el medio ambiente. La metodología de producción de hojas ecológicas aprovecha los desechos de papel derivados de diversas áreas del ITSX.

Como proyecto futuro, se tiene planeado el diseño de una cabina didáctica que funcione como laboratorio de Ingeniería Industrial, el cual además de fomentar una economía circular, permita la fabricación de más productos como tarjetas, posters y carteles.

Referencias

- Comisión para la cooperación ambiental. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte*. [Archivo PDF].
<http://www.cec.org/files/documents/publications/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
- Cortez Vega, A. E. (2014). *Elaboración de papel a base de residuos de banana*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1706/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-7.pdf>

- Chavarría De La Cruz, M. D. (2021). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una fábrica de papel reciclado a base de los desechos de la producción de goma de tara*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Lima].
https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/13799/Chavarría_De_La_Cruz_María_del_Rosario.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Funes, A. (5 de julio de 2019). *¿Cómo hacer papel reciclado de manera artesanal?* El Español.
https://www.elespanol.com/como/reciclar-papel-casa-oficina/410709307_0.html
- Prada Bartolomé, N. (19 de junio de 2017). *Productos ecológicos: Mercado y marketing*. [Archivo PDF]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/24942/TFG-M-N992.pdf?sequence=1&isAllowed=y>