https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive

Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún

Publicación semestral, Vol. 14, No. Especial 4 (2026) 10-17

ISSN: 2007-784X

Charola biodegradable a base de fibra de coco “Coco Pack”

Biodegradable tray made from coconut fiber “Coco Pack”

Tere I. Martínez Martínez [a], Evelyn A. Rodríguez García [b], Ingrid Garduño Mercado [c], Juan P. Martínez Garrido [d], Priscila Gaspar Ramírez [e], Emmanuel Ordoñez Monroy [f], José E. Arredondo Ramírez [g]

Abstract:

The Secretary of the Environment and Natural Resources points out that municipal solid waste represents one of the country's main environmental challenges. Its inadequate management generates negative impacts such as soil, water, and air pollution, the proliferation of disease vectors, and the saturation of landfills. The lack of sufficient infrastructure for waste separation and recovery, along with a weak culture of reduction, reuse, and recycling, means that a large portion of the waste ends up in open dumps, ravines, rivers, and vacant lots. This contributes to the deterioration of ecosystems and the increase in greenhouse gas emissions, directly affecting public health and the population's quality of life. In this context, the use of organic waste such as coconut fiber is presented as a sustainable alternative, as it allows for the transformation of abundant waste into a useful product, aligning with circular economy policies and reducing dependence on pollutants like polystyrene foam. The purpose of this research is to develop a biodegradable food tray made from coconut fiber, in order to reduce the use of polluting packaging such as polystyrene foam. Coconut fiber, due to its physical properties and biodegradable nature, is presented as a viable alternative for manufacturing durable and sustainable products.

Keywords:

Binders, mesorcarp, expanded polystyrene, sustainable products

Resumen:

La secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales señala que los residuos sólidos urbanos representan uno de los principales desafíos ambientales del país, su manejo inadecuado genera impactos negativos como la contaminación del suelo, agua y aire, la proliferación de vectores de enfermedades y la saturación de rellenos sanitarios. La falta de infraestructura suficiente para la separación y valorización de residuos, junto con la escasa cultura de reducción, reúso y reciclaje, provoca que gran parte de los desechos termine en tiraderos a cielo abierto, barrancas, ríos y lotes baldíos. Esto contribuye al deterioro de los ecosistemas y al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, afectando directamente la salud pública y la calidad de vida de la población. En este contexto, el aprovechamiento de residuos orgánicos como la fibra de coco se presenta como una alternativa sostenible, ya que permite transformar un desecho abundante en un producto útil, alineándose con las políticas de economía circular y reduciendo la dependencia de

[a] Autor de Correspondencia, Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, https://orcid.org/0000-0001-6058-9601, Email: tere.tesji@gmail.com

[b] Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, https://orcid.org/0009-0008-6119-1214, Email: evelynamellalyrodriguezgarcia@gmail.com

[c] Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, https://orcid.org/0009-0005-0183-7704, Email: gardunoingrid42@gmail.com

[d] Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, https://orcid.org/0009-0002-5470-4655, Email: jp.martgarr07@gmail.com

[e] Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, https://orcid.org/0009-0007-5858-540X, Email: baters0604@gmail.com

[f] Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, https://orcid.org/0009-0007-9168-0513, Email: emmanuelmonroyordez@gmail.com

[g] Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, https://orcid.org/0009-0005-8522-9158, Email: ea40122@gmail.com

Fecha de recepción: 18/06/2026, Fecha de aceptación: 05/08/2026, Fecha de publicación: 06/11/2026

DOI: https://doi.org/10.29057/escs.v14iEspecial4.18188

contaminantes como el unicel. La presente investigación tiene como propósito desarrollar una charola biodegradable para alimentos a partir de la fibra de coco, con el fin de reducir el uso de empaques contaminantes como el unicel. La fibra de coco, por sus propiedades físicas y su carácter biodegradable, se plantea como una alternativa viable para la fabricación de productos resistentes y sostenibles.

Palabras Clave:

Aglutinantes, *mesocarpio, poliestireno expandido, producto sustentable*

Introducción

Desde la aparición del ser humano, se han utilizado recursos de la tierra para satisfacer sus necesidades trayendo consigo la generación de residuos, provenientes de domicilios, comercios, instituciones e industrias que son enviados a la vía pública. Los niveles crecientes de población, la economía en auge, la rápida urbanización y la mejora de los estándares de vida comunitaria han incrementado la generación de residuos sólidos.

La gestión de residuos sólidos a alcanzado una gran importancia, buscando la sustentabilidad ambiental y protección de la salud de la población, en este caso, la gestión de los residuos sólidos busca mejorar la calidad de vida de la población y del ambiente, a través de la reducción de residuos, aprovechamiento de los materiales, valorización energética, entre otras (Rodriguez & Paredes Rodriguez, 2023). El manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos en México representa un desafío ambiental de gran magnitud, caracterizado por la saturación de rellenos sanitarios y la contaminación sistemática de ecosistemas terrestres y acuáticos. Entre los materiales de mayor impacto negativo destaca el poliestireno expandido (EPS), comercialmente conocido como unicel, un plástico derivado del petróleo cuya degradación oscila entre los 100 y 1,000 años.

El problema de la gestión de residuos sólidos es una preocupación en todo gobierno a nivel nacional, regional y local (Bedolla Solano, Bedolla Solano, & Miranda Esteban, 2024). Las Naciones Unidas en la actualidad exigen a las autoridades nacionales, regionales y locales incluir en sus planes de gobierno la concreción de objetivos dirigidos al desarrollo sostenible, estos propósitos explícitamente giran en torno a mitigar los problemas de desigualdad y pobreza; construcción de la paz, prosperidad; conservar, proteger, los ecosistemas; aprovechamiento racional de los recursos naturales, garantizar una vida saludable, educación inclusiva y de calidad, promover el uso de tecnología limpias.

El manejo inadecuado de los desechos puede conducir a la contaminación del agua, el suelo y el aire, y las personas están expuestas a altos niveles de este ambiente contaminado e insalubre. Otro problema ambiental es la lenta regeneración de recursos que se están agotando; finalmente, las poblaciones que deciden migrar por el deterioro de las condiciones de vida en su lugar de origen. Esta es la razón por la cual los gobiernos locales deben moverse rápidamente para planificar ciudades y comunidades sostenibles, saludables e inclusivas (Herrera-Uchalin, Valiente-Saldaña , Garibay-Castillo , & Herrera-Cherres, 2023).

Uno de los problemas ambientales más importantes que enfrentan los municipios es el manejo de los residuos sólidos, los cuales son de suma relevancia debido a la propagación de agentes infecciosos peligrosos para la salud. La continua generación de residuos sólidos constituye una gran amenaza para el medio ambiente y la salud de las personas, por lo que urge adoptar medidas tendientes a solucionar este problema de salud pública, mediante una gestión y un manejo para su disposición final (Raza-Carrillo & Acosta, 2022).

Sin embargo, la disposición final de los desechos sólidos a campo abierto, sin el debido tratamiento, es un foco de contaminación ambiental e incide en la calidad de vida de la ciudadanía en general. De ahí que el tratamiento óptimo que se les da a los desechos sólidos permite fortalecer el control de la contaminación ambiental, estableciendo un sistema de recolección, procesamiento y/o utilización de los desechos sólidos, puesto que exige el desarrollo de actividades para su manejo.

Además, esto ocurre sin contar muchas veces con información básica desde su generación hasta su disposición final, lo que se ve reflejado en la calidad del servicio y, con mayor frecuencia, en la improvisación de tecnologías caseras que proponen solucionar el manejo de los residuos sólidos (RS), cuyo incremento, dicho sea de paso, se ve agravado por los hábitos de consumo de la población. La continua generación de residuos sólidos constituye una gran amenaza para el medio ambiente y

la salud de las personas, por lo que es necesario adoptar medidas tendientes a solucionar este problema ambiental buscando alternativas que coadyuven en la reducción de residuos sólidos o que utilicen materiales sustentables encaminados a eliminar la contaminación de los ecosistemas (Paredes Rodriguez, 2023).

Ante esta problemática, surge la necesidad de explorar modelos de producción basados en la economía circular, la cual promueve la minimización de desechos y la revalorización de subproductos agroindustriales. En este sentido, la fibra de coco, obtenida del mesocarpio del fruto, representa un residuo abundante que comúnmente se desaprovecha. Debido a su alto contenido de lignina y celulosa, este material posee propiedades físicas excepcionales, tales como alta resistencia a la tracción, durabilidad y baja densidad, consolidándose como una matriz idónea para el desarrollo de biocompuestos estructurales. El estudio abarca desde el diagnóstico y acondicionamiento de la materia prima hasta la validación comercial, demostrando que la sustitución tecnológica del unicel por materiales basados en fibras vegetales es técnica, económica y ambientalmente viable.

Metodología empleada

La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y experimental, orientada a la validación técnica y operativa del impacto de los residuos sólidos en el medio ambiente, buscando con ello una sustitución de materiales con un enfoque sustentable y viabilidad económica.

La metodología aplicada especifica el propósito de cada etapa y las herramientas utilizadas, con la finalidad de evidenciar el proceso de investigación, diseño, fabricación y evaluación de los materiales utilizados. El procedimiento metodológico se estructuro en cinco fases secuenciales. En la primera fase se realizó un análisis del impacto actual de los residuos sólidos en el medio ambiente además de generar encuestas sobre la posible sustitución de productos con impacto ambiental por aquellos con alternativas sustentables. En la segunda fase, se examinaron las posibles alternativas de materiales con características mecánicas y sustentables para el desarrollo de un prototipo de charola biodegradable a base de fibra de coco.

Posteriormente, en la tercera fase, se determinó el procedimiento para la elaboración del prototipo, así como las pruebas químicas y ambientales necesarias para el cumplimiento de su función. Continuando, en la cuarta fase, se evaluó la viabilidad económica de la propuesta para determinar el costo unitario de cada pieza y garantizar un proceso rentable. Finalmente, en la quinta fase, se analizaron los resultados obtenidos con el propósito de identificar mejoras en la propuesta que permitan cumplir con el objetivo de un producto que sustituya a aquellos envases de un solo uso y que generan residuos sólidos que terminan en contaminación al medio ambiente.

Identificación de necesidades actuales

En una primera fase se llevó a cabo el análisis de los retos ambientales actuales, evaluando información de diversas fuentes para crear una propuesta solida enfocada a la utilización de materiales biodegradables. Para ello se utilizaron herramientas de investigación experimental, así como la aplicación de encuestas que permitieran determinar la posible aceptación de productos sustentables en el mercado.

Esto en concordancia con lo señalado por Belloda (2024), uno de los principales ejes de acción ante la problemática socioambiental de residuos sólidos, es la implementación del desarrollo sustentable, es decir, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales para alcanzar un crecimiento económico sostenido, teniendo nuevas oportunidades en el ámbito laboral y social, una reducción significativa de la alta contaminación que se vive hoy en día y la sustentabilidad del medio ambiente.

El manejo de los residuos sólidos urbanos es un problema que amerita pronta solución en todo el mundo; el crecimiento poblacional desordenado es un factor que ha empeorado esta situación. Por tanto, se evidencia de la necesidad generar propuestas que empates con este objetivo y que beneficien al medio ambiente.

Recolección y análisis de datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la consulta y análisis de información proveniente de fuentes documentales especializadas relacionadas con la problemática de los residuos sólidos y el desarrollo de materiales biodegradables. Esta revisión permitió establecer el sustento teórico de la investigación e identificar las principales necesidades ambientales asociadas al uso de productos de un solo uso.

Como complemento al análisis documental, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a consumidores potenciales con el propósito de conocer su percepción respecto al impacto ambiental de los residuos sólidos, así como determinar el nivel de aceptación hacia productos elaborados con materiales biodegradables. La información obtenida permitió identificar las necesidades

del mercado y orientar el desarrollo de una alternativa sustentable con mayores posibilidades de aceptación.
Posteriormente, los datos recopilados fueron organizados y analizados de manera descriptiva, identificando tendencias, patrones y variables relevantes para la investigación. El análisis permitió establecer los criterios técnicos, ambientales y funcionales necesarios para el diseño del prototipo de charola biodegradable elaborada con fibra de coco, sirviendo como base para las etapas posteriores del proceso metodológico.

Experimentación
La fase experimental tuvo como finalidad validar la factibilidad técnica de la propuesta mediante el desarrollo de un prototipo de charola biodegradable elaborado a base de fibra de coco. Para ello, inicialmente se analizaron diferentes alternativas de materiales con propiedades mecánicas y ambientales que permitieran sustituir a los envases convencionales de un solo uso, seleccionando la fibra de coco debido a su disponibilidad, carácter renovable y capacidad de biodegradación.

Una vez seleccionado el material, se definió el procedimiento de fabricación del prototipo, estableciendo las etapas de preparación de la materia prima, conformado de la charola y proceso de secado. Posteriormente, se realizaron pruebas orientadas a evaluar el desempeño del material, considerando sus propiedades físicas, químicas y ambientales, con el objetivo de verificar que el producto cumpliera con las condiciones necesarias para su utilización como envase biodegradable.

Los resultados obtenidos durante la experimentación permitieron identificar las características del prototipo, así como las posibles áreas de mejora en el proceso de fabricación y en la formulación del material, contribuyendo al perfeccionamiento de la propuesta.

Viabilidad económica
Con la finalidad de determinar la factibilidad de implementar la propuesta, se desarrolló un análisis de viabilidad económica basado en la estimación de los costos involucrados en la fabricación del prototipo. Para ello, se identificaron los materiales requeridos, los insumos complementarios y los recursos necesarios para el proceso de producción.

A partir de esta información se realizó el cálculo del costo unitario de fabricación de cada charola biodegradable, considerando tanto el costo de la materia prima como los costos asociados al proceso de elaboración. Este análisis permitió evaluar la rentabilidad potencial del producto y determinar si representa una alternativa económicamente competitiva frente a los envases convencionales.

Asimismo, la evaluación económica permitió identificar oportunidades de optimización del proceso productivo, buscando reducir costos sin afectar la calidad, funcionalidad y características biodegradables del producto desarrollado.

Evaluación de resultados
En la fase final de la investigación se efectuó el análisis e interpretación de los resultados obtenidos durante las etapas de recolección de información, experimentación y evaluación económica. Para ello, se compararon los datos obtenidos con los objetivos planteados inicialmente y con la información recabada sobre materiales biodegradables y alternativas sustentables para la reducción de residuos sólidos.

El análisis permitió determinar el grado de cumplimiento de los objetivos de la investigación, verificando la viabilidad técnica, ambiental y económica del prototipo desarrollado. Asimismo, se identificaron las fortalezas de la propuesta, las limitaciones observadas durante el proceso de fabricación y las oportunidades de mejora para incrementar su desempeño y competitividad.

Finalmente, los resultados obtenidos evidenciaron que la utilización de fibra de coco representa una alternativa con potencial para sustituir envases de un solo uso, contribuyendo a la disminución de residuos sólidos y promoviendo el desarrollo de productos con un menor impacto ambiental, en concordancia con los principios del desarrollo sustentable.

Resultados

Actualmente la necesidad de buscar alternativas sustentables encaminadas a la sustitución de materiales en el desarrollo y utilización de envases ha generado un impacto significativo, ya que existen propuestas importantes encaminadas a la reducción de residuos sólidos. En este sentido la propuesta de elaboración de una charola biodegradable a base de fibra de coco representa una alternativa viable en el cumplimiento de este enfoque con el medio ambiente.

Con el propósito de evaluar la aceptación comercial del producto, se aplicó una encuesta a diferentes establecimientos y posibles consumidores potenciales del producto para determinar el grado de éxito del prototipo. La Figura 1, muestra un análisis de los resultados obtenidos en esta fase de la investigación.

Los resultados obtenidos permitieron analizar la percepción del mercado respecto a la sustitución de empaques convencionales por alternativas biodegradables.

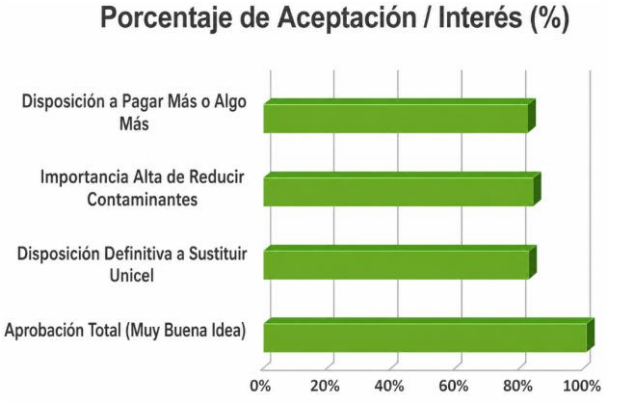


Figura 1. Resultados obtenidos de la encuesta realizada. Fuente: Elaboración propia.

Los datos mostraron que el 100 % de los encuestados consideró que la propuesta representa una buena o muy buena alternativa para reducir el impacto ambiental generado por los empaques desechables, lo que refleja una aceptación positiva hacia la innovación propuesta.

Asimismo, el 80 % de los encuestados manifestó estar dispuesto a sustituir los envases de unicel por una opción biodegradable, indicando que existe interés por adoptar soluciones más sostenibles siempre que estas cumplan con los requisitos de funcionalidad y costo.

Otro resultado relevante fue que el 80 % reconoció la importancia de disminuir el uso de materiales contaminantes, evidenciando una creciente conciencia ambiental dentro del sector comercial local. Este aspecto representa una oportunidad favorable para la introducción de productos ecológicos en el mercado y el 80 % de los participantes expresó disposición para pagar un costo ligeramente superior por un empaque biodegradable, siempre y cuando este aporte beneficios ambientales y mantenga una calidad adecuada para el servicio de alimentos.

Este resultado es especialmente importante para la viabilidad financiera del proyecto, ya que demuestra que existe un segmento de consumidores y negocios dispuesto a respaldar alternativas sustentables. Para determinar el impacto ambiental de la investigación se hizo una comparación de las características de productos a base de fibra de coco respecto de las de envases de poliestireno, identificando ventajas relacionadas con la biodegradabilidad y el uso de recursos renovables como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Aspecto	Charola CocoPack	Poliestireno
Materia Prima	Fibra de coco, yute, agua y aditivos naturales. Recursos renovables y biodegradables	Derivado del petróleo (recurso no renovable).
Tiempo de descomposición	De 60 a 180 días en condiciones naturales	Mas de 500 años en degradarse.
Contaminación	No libera tóxicos. No genera micro plásticos.	Libera químicos y microplásticos dañinos.
Reciclabilidad	100% biodegradable y compostable.	Difícil de reciclar, usualmente no se recicla.
Emisiones de co_2	Bajas emisiones en su producción.	Altas emisiones de co_2 y otros contaminantes
Impacto en ecosistemas	No daña fauna ni flora. Se reintegra al suelo.	Daña ecosistemas, animales y cuerpos de agua.

Posterior al análisis comparativo de las características de la charola a base de fibra de coco, se desarrolló el proceso de elaboración estructurado en seis etapas principales, desde el acondicionamiento de la fibra de coco hasta el acabado y control de calidad del producto final. La Figura 2 muestra el diagrama de bloques del proceso, donde se identifican las operaciones realizadas y su secuencia de ejecución para la obtención de una charola biodegradable funcional.

En este sentido, el desarrollo del prototipo de charola biodegradable a base de fibra de coco permitió obtener un material con propiedades físicas adecuadas, destacando su resistencia mecánica, ligereza e integridad estructural, logradas mediante un proceso de moldeado y compactación eficiente; durante las pruebas, el producto mostró una adecuada resistencia a la carga y una absorción de humedad moderada sin presentar deformaciones significativas en condiciones normales de uso, lo que confirma la viabilidad de la fibra de coco como materia prima para empaques sostenibles.



Figura 2. Proceso de elaboración de charola. Fuente: elaboración propia.

Además, se identificó que su composición de lignina y celulosa les otorga ventajas competitivas frente a materiales convencionales como el poliestireno expandido, especialmente en términos de biodegradabilidad y reducción de impacto ambiental; sin embargo, también se detectaron limitaciones relacionadas con la sensibilidad a la humedad, lo que sugiere la necesidad de optimizar el material y el proceso de fabricación.

Con el propósito de determinar la viabilidad técnica, comercial y económica de la charola biodegradable elaborada a partir de fibra de coco, se realizó una evaluación integral considerando las pruebas efectuadas al prototipo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Viabilidad de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

Aspecto Evaluado	Evidencia Obtenida
Resistencia mecánica	Soporta la manipulación normal sin deformaciones significativas
Integridad estructural	Conserva su forma después del proceso de secado y manejo
Absorción de humedad	Presenta absorción moderada sin pérdida de funcionalidad
Biodegradabilidad	Elaborada con materiales naturales y biodegradables
Aceptación del mercado	Existe un porcentaje significativo de aceptación
Sustitución del unicel	Se considera viable en el mercado
Viabilidad financiera	El análisis financiero demuestra que es una inversión que puede recuperarse y generar ganancias

Mientras que las pruebas de laboratorio demostraron la funcionalidad y resistencia de la charola, la validación realizada permitió identificar una aceptación favorable del mercado potencial. Esta combinación de viabilidad técnica y aceptación comercial fortalece las posibilidades de implementación de la investigación.

Para tener la certeza económica del producto se realizó un análisis de indicadores financieros, los cuales demuestran que la fabricación de charolas biodegradables a base de fibra de coco representa una alternativa económicamente viable. El margen de utilidad calculado permite cubrir los costos de operación y generar beneficios económicos, mientras que el periodo de recuperación de la inversión de aproximadamente 3.45 meses refleja un bajo nivel de riesgo financiero. Esto como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Análisis financiero. Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, el análisis financiero y de mercado sugieren que existe una oportunidad real para la introducción del producto en el mercado, contribuyendo simultáneamente a la reducción del uso de empaques desechables convencionales y al aprovechamiento de residuos agroindustriales.



Figura 3. Análisis de punto de equilibrio. Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, los resultados respaldan el potencial de esta investigación como alternativa ecológica, promoviendo la valorización de residuos agroindustriales y la transición hacia un modelo de economía circular.



Figura 4. Propuesta final de charola biodegradable. Fuente: Elaboración propia.

Discusión

A partir de los resultados obtenidos, se identificaron diversas oportunidades para fortalecer la investigación. Entre ellas destaca la sustitución del ácido acético por ácido láctico, debido a su mayor compatibilidad con el desarrollo de biomateriales sostenibles. También se recomienda realizar pruebas de biodegradación certificadas y continuar optimizando la formulación para mejorar la resistencia mecánica y reducir la absorción de humedad. En el ámbito productivo, resulta conveniente evaluar el escalamiento industrial del proceso, ampliar la gama de productos derivados de fibra de coco y explorar nuevas oportunidades de mercado.

Finalmente, se considera importante gestionar fuentes de financiamiento, como las ofrecidas por programas de apoyo al emprendimiento e innovación, entre ellos FINADEM, que podrían contribuir al fortalecimiento de la capacidad productiva y la consolidación del proyecto e iniciar el proceso de protección de la innovación mediante el registro de marca y la evaluación de su posible registro ante el IMPI.

Conclusiones

Con la investigación desarrollada se demostró que la elaboración de una charola biodegradable a base de fibra de coco constituye una alternativa técnica, ambiental, comercial y económicamente viable para sustituir envases convencionales de poliestireno utilizados en el sector alimentario. Los resultados obtenidos evidenciaron que el prototipo desarrollado presenta propiedades físicas adecuadas, como resistencia mecánica, ligereza e integridad estructural, además de un comportamiento funcional satisfactorio durante las pruebas de uso, confirmando el potencial de la fibra de coco como materia prima para la fabricación de empaques sostenibles.

Desde la perspectiva ambiental, el análisis comparativo mostró ventajas significativas frente al poliestireno, destacando el uso de recursos renovables, su biodegradabilidad en un periodo de entre 60 y 180 días, la ausencia de liberación de compuestos tóxicos y microplásticos, así como una menor generación de emisiones de CO_2 durante su producción. Estos resultados respaldan el aprovechamiento de residuos agroindustriales como estrategia para disminuir la contaminación ambiental y favorecer la transición hacia un modelo de economía circular.

En el ámbito comercial, la investigación evidenció una aceptación altamente favorable del mercado potencial, ya que la totalidad de los encuestados reconoció la propuesta como una alternativa adecuada para reducir el impacto ambiental de los empaques desechables, mientras que una amplia mayoría manifestó disposición para sustituir el unicel y asumir un costo ligeramente superior por un producto biodegradable que garantice calidad y funcionalidad. Estos resultados reflejan una creciente conciencia ambiental y un escenario propicio para la introducción de este tipo de innovaciones.

Así mismo, la evaluación financiera confirmó la viabilidad económica del proyecto, al demostrar que la producción de charolas biodegradables puede generar rentabilidad y recuperar la inversión en un periodo aproximado de 3.45 meses, lo que representa un bajo riesgo financiero y fortalece las posibilidades de escalamiento e implementación comercial.

Además, se identificaron oportunidades de mejora, particularmente en la optimización de la resistencia del material frente a la humedad y en el perfeccionamiento del proceso de fabricación para incrementar el desempeño del producto y ampliar sus aplicaciones. En este sentido, se recomienda desarrollar investigaciones futuras orientadas a la incorporación de recubrimientos naturales, la evaluación del comportamiento del material bajo diferentes condiciones de almacenamiento y uso, así como estudios a escala industrial que permitan validar su desempeño productivo y competitivo.

Por tanto, los resultados obtenidos confirman que la charola biodegradable elaborada a base de fibra de coco representa una solución innovadora y sustentable con un alto potencial de implementación, al integrar beneficios ambientales, técnicos, comerciales y económicos. Su desarrollo contribuye tanto al aprovechamiento de residuos agroindustriales como a la reducción del uso de materiales de origen petroquímico, constituyéndose en una alternativa que favorece la sostenibilidad de la industria de envases y promueve prácticas de producción y consumo más responsables.

Referencias

Bedolla Solano, R., Bedolla Solano, J., & Miranda Esteban, A. (2024). *Análisis de la problemática socioambiental de residuos sólidos urbanos con habitantes de la comunidad de Las Vigas en la Costa Chica de Guerrero*, México. Acta Universitaria 34, 1-20.

Herrera-Uchalin, M., Valiente-Saldaña, Y., Garibay-Castillo, J., & Herrera-Cherres, S. (2023). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 1500-170.

Paredes Rodriguez, E. (2023). Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos. *Revista de investigaciones*, 43-64.

Raza-Carrillo, D., & Acosta, J. (2022). *Planificación ambiental y el reciclaje de desechos sólidos urbanos*. Economía, Sociedad y Territorio, 519-544.

Rodriguez, P., & Paredes Rodriguez, E. (2023). Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos. *Revista de Investigaciones*, 43-64.