




# CAPÍTULO 3








# Aplicación de la logística inversa en la elaboración y evaluación de un prototipo de envase ecológico

Application of reverse logistics in the development and evaluation of an eco-friendly packaging prototype

\* Alexandra Elizabeth Vaca Morán   

Seleni Alexandra García Chávez   

Francisco Javier Santamaria Granda   

Byron Andrés Aguilar Becerra   

 <https://doi.org/10.70171/mn4tbj69>

## Resumen

La contaminación por plásticos, especialmente de envases de un solo uso, representa una grave amenaza ambiental. Esta investigación tuvo como objetivo diseñar y evaluar un prototipo de envase ecológico para chocolate, elaborado con materiales biodegradables e integrado a un enfoque de logística inversa. Se empleó una metodología mixta estructurada en cuatro fases: revisión documental, diseño técnico del prototipo, evaluación funcional y ambiental, y análisis de aceptación por parte del consumidor. El prototipo incluyó un envase primario de papel pergamino y uno secundario de cartón reciclado, seleccionados por su resistencia, estética y facilidad de reciclaje. Se realizaron pruebas de resistencia, conservación del producto y estimación comparativa de huella de carbono frente a envases plásticos. Finalmente, se aplicaron encuestas a 42 estudiantes con conocimientos en envases, quienes valoraron positivamente su funcionalidad, diseño y sostenibilidad. Se concluye que el eco-envase es técnica y socialmente viable como alternativa al plástico, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental.

**Palabras clave:** ecoenvase, biomateriales, reducción de residuos.

## Abstract

Plastic pollution, especially from single-use packaging, poses a serious environmental threat. This research aimed to design and evaluate a prototype of an eco-friendly chocolate package, made from biodegradable materials and integrated within a reverse logistics approach. A mixed-methods methodology was used, structured in four phases: documentary review, technical design of the prototype, functional and environmental evaluation, and consumer acceptance analysis. The prototype included a primary parchment paper package and a secondary recycled cardboard box, selected for their durability, aesthetics, and ease of recycling. Tests were conducted on strength, product preservation, and a comparative carbon footprint estimate versus plastic packaging. Finally, surveys were administered to 42 students with knowledge in packaging, who positively evaluated its functionality, design, and sustainability. It is concluded that the eco-package is technically and socially viable as an alternative to plastic, contributing to the reduction of environmental impact.

**Keywords:** eco-packaging, biomaterials, waste reduction.

\* Autor de correspondencia.

## Introducción

La producción masiva de plásticos y su uso indiscriminado en envases y embalajes ha generado una profunda crisis ambiental que afecta a todos los ecosistemas del planeta (Dey et al., 2024). Se estima que más del 50% de los plásticos producidos globalmente se destinan a envases de un solo uso, los cuales terminan en vertederos, incineradoras o, en el peor de los casos, en cuerpos de agua y entornos naturales donde pueden permanecer durante siglos (Ncube et al., 2021). Esta situación no solo genera contaminación visible, sino que también contribuye significativamente al cambio climático a través de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), tanto durante su fabricación como durante su disposición final, especialmente cuando se incineran o se descomponen liberando metano y dióxido de carbono (Kida et al., 2023).

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha advertido que, de no tomarse medidas urgentes, la cantidad de residuos plásticos podría triplicarse en las próximas dos décadas (ONU, 2022). Esto representa una amenaza directa a la biodiversidad, a la salud humana y a la sostenibilidad de los recursos naturales. A pesar de los esfuerzos por promover el reciclaje, los índices de recuperación de plásticos siguen siendo bajos, y gran parte de estos materiales no son reciclables o se contaminan con otros desechos, lo que limita su reutilización efectiva (Shen & Worrell, 2024).

En este contexto, los envases constituyen un foco crítico de intervención debido a su corta vida útil y alta rotación. Desde alimentos hasta productos de higiene, numerosos artículos de consumo masivo dependen de envases plásticos que, tras su uso, generan una carga ambiental inmediata y saturan los sistemas de gestión de residuos (Nasrollahi et al., 2020). Frente a estos desafíos, ha cobrado relevancia el desarrollo de soluciones sostenibles, particularmente desde los principios de economía circular, que promueven el rediseño de productos considerando su reutilización, reciclabilidad y reducción de impacto ambiental (Geng et al., 2019).

Una de las estrategias clave dentro de este enfoque es la logística inversa, orientada a la recuperación de productos y materiales tras su ciclo de uso, para su reincorporación a los procesos productivos o su gestión ambientalmente responsable. A diferencia de la logística tradicional, que se centra en el flujo de productos hacia el consumidor, la logística inversa optimiza el retorno de materiales postconsumo mediante clasificación, reciclaje, reacondicionamiento o disposición final sostenible (Ding et al., 2023). Su aplicación resulta especialmente pertinente en el ámbito de envases y embalajes, donde el alto volumen de residuos y su corta vida útil hacen urgente replantear el ciclo de vida completo: desde el diseño hasta el destino final del producto.

En este sentido, la incorporación de materiales biodegradables como papel reciclado, cartón prensado o papel pergamino ofrece una alternativa viable para disminuir los impactos ambientales asociados al plástico. Estos materiales no solo emiten menos CO<sub>2</sub> durante su ciclo de vida, sino que además se integran con mayor facilidad en los

sistemas de reciclaje existentes (Lo-Iacono-Ferreira et al., 2021; Silva & Molina-Besch, 2023). Sin embargo, la sostenibilidad de un envase no puede evaluarse únicamente desde el punto de vista ambiental; también debe contemplarse su funcionalidad, compatibilidad con el producto, resistencia, atractivo visual y aceptación por parte del consumidor (Miao et al., 2023). Un envase ecológico que no cumpla con estos requisitos difícilmente sustituirá de forma efectiva a las opciones convencionales (Boz et al., 2020).

Por tanto, esta investigación se justifica en la necesidad de generar evidencia sobre la factibilidad técnica, ambiental y social de un envase ecológico diseñado bajo principios de logística inversa. A pesar de los avances en materia de sostenibilidad, persisten vacíos importantes en la implementación práctica de soluciones ecológicas en el campo del envasado, especialmente en cuanto al diseño de prototipos funcionales, sostenibles y aceptados por los consumidores. En países de América Latina como Ecuador, se requieren más estudios aplicados que evalúen la viabilidad de envases sostenibles en contextos locales, considerando la disponibilidad de materiales, las condiciones del mercado y la formación de futuros profesionales del sector.

En este marco, el objetivo general de la presente investigación es diseñar y evaluar un prototipo de envase ecológico, elaborado con materiales biodegradables, que permita reemplazar el uso excesivo de plásticos para contener productos como el chocolate, integrando principios de logística inversa y reduciendo la huella de carbono, sin comprometer la funcionalidad ni la aceptación por parte del consumidor.

El presente estudio contribuye a llenar este vacío mediante el diseño y evaluación de un prototipo de envase ecológico, elaborado con materiales biodegradables, integrando principios de logística inversa y criterios de aceptación por parte del consumidor.

## **Metodología**

La presente investigación adopta un enfoque mixto y aplicado, orientado al diseño y evaluación de un prototipo de envase ecológico a partir de materiales biodegradables, con el fin de reemplazar el uso excesivo de plásticos y contribuir a la reducción de la huella de carbono (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018). El estudio se estructura en cuatro fases que integran tanto la revisión documental como el desarrollo técnico, la evaluación funcional y ambiental del prototipo, y el análisis de la aceptación por parte del consumidor.

En la primera fase se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con el impacto ambiental de los envases plásticos, el uso de materiales biodegradables y los principios de la logística inversa. Esta revisión permitió identificar las características deseables en un envase ecológico, así como seleccionar materiales alternativos viables, priorizando aquellos con disponibilidad local, bajo costo, propiedades funcionales adecuadas y un menor impacto ambiental.

La segunda fase consistió en el diseño y desarrollo del prototipo de envase ecológico, específicamente orientado al envasado de chocolate artesanal. El envase se compone de dos niveles: primario y secundario. El envase primario está diseñado con papel pergamino, que ofrece una barrera natural y resistente a la grasa, protegiendo eficazmente el producto. Su textura suave y translúcida realza la experiencia sensorial del consumidor, brindando un toque diferenciador que busca enamorar al cliente desde el primer contacto. Para asegurar un cierre seguro y hermético, se emplea un sistema de termosellado, que mantiene la frescura y las propiedades organolépticas del chocolate. Este método reduce la necesidad de laminados complejos y facilita la separación del material al final de su vida útil, mejorando así su reciclabilidad.

El envase secundario es una caja de cartón reciclado que proporciona estructura y una protección adicional para evitar daños físicos al chocolate durante el transporte y manejo. Esta caja permite además incorporar elementos visuales de marca y comunicación, utilizando colores basados en la psicología del color: el negro, que transmite sofisticación, y el verde, que evoca lo natural y ecológico. El gramaje del cartón fue cuidadosamente seleccionado para asegurar la rigidez necesaria sin exceder el uso del material, favoreciendo así la sostenibilidad. El diseño de la caja es sencillo y fácil de plegar, lo que reduce el volumen en el transporte, facilita el almacenamiento y promueve el reciclaje por parte del consumidor. La impresión se realizó con tintas vegetales de bajo impacto ambiental, evitando el uso de recubrimientos plásticos o barnices que obstaculicen la reciclabilidad. Este diseño no solo protege el producto, sino que también comunica activamente los valores de sostenibilidad, generando un valor agregado que diferencia el prototipo de otros en el mercado.

En la tercera fase se realizó una evaluación funcional y ambiental del prototipo. Las pruebas funcionales incluyeron la resistencia estructural del envase, su capacidad para conservar el chocolate en condiciones adecuadas y la facilidad de manipulación por parte del usuario. Para la evaluación ambiental se estimó la huella de carbono del prototipo mediante un análisis comparativo con un envase plástico convencional, utilizando factores de emisión disponibles en bases de datos secundarias. Asimismo, se valoró el nivel de biodegradabilidad o reciclabilidad del envase con base en las propiedades de los materiales empleados.

Finalmente, en la cuarta fase se evaluó la aceptación del prototipo por parte del consumidor mediante la aplicación de encuestas estructuradas a una muestra de potenciales compradores de chocolate. Las encuestas exploraron la percepción sobre el diseño, la funcionalidad, la sostenibilidad del envase y la disposición a pagar por una alternativa ecológica. Los datos obtenidos se analizaron de forma descriptiva para identificar tendencias y validar la viabilidad del prototipo desde la perspectiva del usuario final.

### **Validación del prototipo**

Desde la perspectiva del usuario final, se aplicaron encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas. Estas técnicas permitieron recopilar información

cuantitativa y cualitativa sobre la aceptabilidad, percepción y viabilidad de implementación del eco-envase propuesto.

La población considerada para la aplicación de encuestas estuvo conformada por los estudiantes de los paralelos 4to A y 4to B de la carrera de Logística y Transporte del Instituto Tecnológico Superior Tsáchila. Se seleccionó a estos grupos por conveniencia, debido a que durante el período de recolección de datos se encontraban cursando la asignatura Envases y Embalaje, lo que les brindaba un conocimiento actualizado sobre el tema. La muestra estuvo compuesta por un total de 42 estudiantes, que representaron el 100% de los integrantes de ambos paralelos.

El instrumento utilizado fue un cuestionario con preguntas diseñadas cuidadosamente bajo el formato de escala de Likert, orientadas a medir la aceptabilidad del eco-envase como alternativa al uso de materiales derivados del PET, con el objetivo de contribuir a la reducción de la huella de carbono. Las preguntas clave incluidas en el instrumento fueron:

- Pregunta 1: “¿Considera que el material utilizado es adecuado para contener productos alimenticios?”
- Pregunta 2: “¿Cuál es su nivel de aceptación respecto a la propuesta de envase ecológico?”
- Pregunta 3: “¿Cómo calificaría la relación calidad-precio del producto?”
- Pregunta 4: “¿Qué tan probable es que reemplace el tipo de envases que actualmente utiliza?”
- Pregunta 5: “¿Considera que esta propuesta puede contribuir a disminuir la huella de carbono generada por los envases tradicionales?”

Antes de la aplicación del cuestionario, se realizó un proceso de validación por juicio de expertos, con la finalidad de asegurar la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems respecto a los objetivos de la investigación. Para ello, se consultó a tres docentes con experiencia en el área de logística y sostenibilidad, quienes revisaron el contenido del instrumento, sugirieron mejoras en la redacción de algunas preguntas y confirmaron su alineación con el objetivo de evaluar la aceptabilidad de un envase ecológico. Posteriormente, se aplicó una prueba piloto a un grupo reducido de estudiantes de la misma carrera, pero de diferente paralelo, con el fin de identificar posibles ambigüedades y ajustar el lenguaje según el perfil de los encuestados. Las observaciones obtenidas fueron incorporadas antes de aplicar el cuestionario definitivo.

Adicionalmente, se realizó una entrevista semiestructurada a expertos en el área de envases y embalajes, utilizando una guía de preguntas orientadas a obtener criterios técnicos sobre la propuesta. Este instrumento permitió recopilar opiniones especializadas sobre la funcionalidad, sostenibilidad y potencial innovador del prototipo. Algunas de las preguntas más relevantes fueron:

- Pregunta 5: “¿Considera que el prototipo presentado puede ser una solución viable para disminuir la huella de carbono?”

- Pregunta 6: “¿Qué características debería tener un material para representar una alternativa eficaz frente al plástico en términos de sostenibilidad?”
- Pregunta 7: “¿Cree que la propuesta tiene potencial como envase innovador y/o creativo?”

La información recolectada fue procesada y analizada con enfoque descriptivo, permitiendo contrastar las opiniones de los usuarios con las valoraciones técnicas de los expertos, aportando una visión integral sobre la viabilidad del eco-envase como una solución sostenible y diferenciadora dentro del mercado.

## **Resultados**

Los expertos consultados coinciden en que el prototipo presentado representa una solución viable para disminuir la huella de carbono generada por los envases convencionales. Señalan que la utilización de materiales biodegradables es fundamental para lograr un impacto ambiental positivo, ya que estos materiales contribuyen a reducir la acumulación de residuos plásticos y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a su producción y disposición final.

Respecto a las características que debería tener el material para ofrecer una alternativa efectiva en la reducción de la huella de carbono, los expertos destacan que debe ser biodegradable y compostable en condiciones naturales, garantizando que, al finalizar su vida útil, no deje residuos persistentes en el medio ambiente. Además, es esencial que el material provenga de recursos renovables y preferentemente locales, para minimizar las emisiones derivadas del transporte. También subrayan la importancia de que el material cuente con propiedades barrera adecuadas para proteger el contenido sin requerir capas adicionales que compliquen su reciclaje o degradación. Asimismo, debe ser compatible con los sistemas de reciclaje existentes para facilitar su reincorporación en la cadena productiva. Finalmente, señalan que el material debe ser económicamente viable y funcional, de manera que su adopción masiva no comprometa la calidad del producto que protege.

En cuanto al potencial innovador y creativo de la propuesta, los expertos valoran positivamente el diseño del envase, resaltando que su creatividad y funcionalidad representan un elemento diferenciador en el mercado. Consideran que esta propuesta no solo tiene capacidad para disminuir la huella de carbono, sino que también podría posicionarse como un envase innovador capaz de competir efectivamente con opciones convencionales, aportando valor agregado a los consumidores preocupados por la sostenibilidad.

### **Resultados de la encuesta**

Al analizar los resultados más relevantes de la encuesta, se observa que un 74 % de los participantes considera que el diseño del envase es atractivo y novedoso, mientras que un 21 % lo califica de manera muy positiva y solo un 5 % mantiene una postura neutral. Esto refleja una fuerte aceptación visual y estética del producto.



En cuanto a la percepción de innovación, el 40 % de los encuestados considera que el envase es extremadamente innovador, un 43 % lo ve como muy innovador y solo un 17 % lo percibe como algo innovador, lo que indica una valoración destacada de la propuesta como una opción fresca y diferente en el mercado.

Respecto a la disposición para adoptar este envase como sustituto de los convencionales, el 38 % señala que es extremadamente probable, el 43 % muy probable y el 19 % algo probable, demostrando una alta intención de reemplazo que sugiere una buena aceptación para su uso real.

En conjunto, estos resultados evidencian que el proyecto ha logrado captar la atención y el interés de los participantes, quienes valoran favorablemente tanto el diseño como la funcionalidad del envase. Además, los comentarios positivos y la intención de recomendación apuntan a un potencial competitivo en el mercado frente a productos similares.

## Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan la relevancia y el potencial de los envases biodegradables como una solución viable para reducir la huella de carbono asociada a los materiales convencionales. La opinión de los expertos coincide con la literatura actual, la cual enfatiza que los envases fabricados con materiales biodegradables y compostables representan una estrategia efectiva para mitigar el impacto ambiental, principalmente debido a su capacidad para descomponerse sin dejar residuos persistentes que dañen el ecosistema (Sabet, 2025).

El énfasis en la necesidad de que el material sea producido a partir de recursos renovables y preferentemente locales coincide con estudios que señalan que la reducción de emisiones asociadas al transporte y a la cadena de suministro es un factor crucial para lograr la sostenibilidad global del producto (Verma & Goel, 2023). Además, la consideración de propiedades barrera adecuadas y la compatibilidad con los sistemas de reciclaje existentes reflejan una comprensión profunda de la funcionalidad y viabilidad técnica, elementos que en ocasiones limitan la adopción masiva de soluciones ecológicas (Bauer et al., 2021).

El diseño del envase, valorado positivamente tanto por expertos como por usuarios, representa un aspecto fundamental que va más allá de la simple funcionalidad. Esto está en línea con estudios que sugieren que el diseño creativo e innovador puede influir significativamente en la aceptación del consumidor, especialmente cuando se vincula con atributos de sostenibilidad (Steenis et al., 2018). El atractivo visual y la percepción de novedad actúan como factores motivacionales para la preferencia y adopción de nuevos productos en mercados competitivos.

Asimismo, la alta intención de los usuarios para reemplazar envases tradicionales con este prototipo indica que la propuesta logra conectar con las expectativas actuales de los consumidores, quienes demandan productos que equilibren calidad, funcionalidad y responsabilidad ambiental. Sin embargo, es importante considerar que la intención declarada en encuestas no siempre se traduce directamente en comportamientos de

compra, por lo que estudios de mercado posteriores serán necesarios para validar la viabilidad comercial.

Por otra parte, si bien el proyecto demuestra una integración satisfactoria de características técnicas y estéticas, la adopción real de estos envases a escala industrial dependerá también de factores económicos, logísticos y normativos. La producción económica y la compatibilidad con sistemas de reciclaje y compostaje existentes son barreras que aún deben abordarse para garantizar un impacto ambiental real y sostenible, tal como lo plantean investigaciones previas (Ashiwaju et al., 2023).

### **Implicaciones del estudio**

Desde el punto de vista industrial y ambiental, la propuesta contribuye a consolidar el desarrollo de materiales biodegradables que no solo cumplen con criterios técnicos y económicos, sino que también responden a las demandas crecientes del mercado por productos ecoamigables. Esto puede incentivar a empresas del sector alimenticio a invertir en innovación en envases sostenibles, impulsando una transición hacia cadenas productivas más verdes.

La propuesta también contribuye a la reducción del uso de plásticos convencionales, lo que tiene un impacto positivo en la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y en la mitigación de la contaminación ambiental, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Asimismo, el estudio destaca la importancia de considerar el diseño y la percepción del consumidor como factores clave en la aceptación de innovaciones tecnológicas sostenibles, lo que puede orientar futuras estrategias de desarrollo y comercialización de productos con impacto ambiental reducido.

### **Limitaciones**

Este estudio presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, la muestra de encuestados, aunque suficiente para un análisis exploratorio, no es representativa a nivel nacional o internacional, por lo que la generalización de los resultados debe realizarse con cautela.

Además, la medición de la intención de compra y aceptación mediante encuestas puede estar sujeta a sesgos inherentes a los métodos autoinformados, como la deseabilidad social o la falta de correspondencia entre intención declarada y comportamiento real. Por lo tanto, futuros estudios deberían incluir análisis de comportamiento de compra efectivo o pruebas de mercado para validar la viabilidad comercial del envase.

Otra limitación está relacionada con el alcance técnico: si bien se contemplan características ideales del material desde una perspectiva teórica y a partir de la opinión de expertos, no se evaluó en profundidad la producción a escala industrial ni el ciclo de vida completo del envase, aspectos fundamentales para determinar su verdadero impacto ambiental y económico. Factores externos como normativas locales, costos logísticos y la infraestructura para el reciclaje y compostaje pueden

afectar la implementación práctica del envase, lo cual escapa al control del presente estudio y debe ser explorado en investigaciones futuras.

## Conclusiones

El estudio logró evaluar la aceptación y percepción del diseño y funcionalidad de un envase biodegradable propuesto como alternativa para reducir la huella de carbono en productos alimenticios. Se concluye que el prototipo presenta un diseño atractivo e innovador, que es valorado positivamente por los participantes y expertos consultados, lo cual es fundamental para su aceptación en el mercado.

Además, la alta disposición de los encuestados a reemplazar envases convencionales por el envase propuesto indica un potencial significativo para su adopción, contribuyendo así a mitigar el impacto ambiental asociado al uso de plásticos tradicionales. Las características ideales del material, según la opinión de expertos, deben incluir biodegradabilidad, compostabilidad, origen en recursos renovables y compatibilidad con sistemas de reciclaje, asegurando tanto la funcionalidad como la sostenibilidad ambiental y económica del envase.

En conjunto, estos hallazgos apoyan la viabilidad del envase biodegradable como una solución innovadora y sustentable, que puede contribuir a reducir la huella de carbono en la industria de productos alimenticios, cumpliendo con el objetivo general planteado en el estudio.

## Referencias bibliográficas

- Ashiwaju, B. I., Orikpete, O. F., Fawole, A. A., Alade, E. Y., & Odogwu, C. (2023). A step toward sustainability: A review of biodegradable packaging in the pharmaceutical industry. *Matrix Science Pharma*, 7(3), 73-84. [https://doi.org/10.4103/mtsp.mtsp\\_22\\_23](https://doi.org/10.4103/mtsp.mtsp_22_23)
- Bauer, AS, Tacker, M., Uysal-Unalan, I., Cruz, RM, Varzakas, T. y Krauter, V. (2021). Reciclabilidad y desafíos de rediseño en envases flexibles multicapa para alimentos: una revisión. *Foods*, 10 (11), 2702. <https://doi.org/10.3390/foods10112702>
- Boz, Z., Korhonen, V., & Koelsch Sand, C. (2020). Consumer considerations for the implementation of sustainable packaging: A review. *Sustainability*, 12(6), 2192. <https://doi.org/10.3390/su12062192>
- Dey, S., Veerendra, G. T. N., Babu, P. A., Manoj, A. P., & Nagarjuna, K. (2024). Degradation of plastics waste and its effects on biological ecosystems: A scientific analysis and comprehensive review. *Biomedical Materials & Devices*, 2(1), 70-112. <https://doi.org/10.1007/s44174-023-00085-w>
- Ding, L., Wang, T., & Chan, P. W. (2023). Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 388, 135981. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135981>
- Geng, Y., Sarkis, J., & Bleischwitz, R. (2019). How to globalize the circular economy. *Nature*, 565(7738), 153-155. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-00017-z>

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1ª ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill Education
- Kida, M., Ziembowicz, S., & Koszelnik, P. (2023). Decomposition of microplastics: emission of harmful substances and greenhouse gases in the environment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(1), 109047. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.109047>
- Lo-Iacono-Ferreira, V. G., Viñoles-Cebolla, R., Bastante-Ceca, M. J., & Capuz-Rizo, S. F. (2021). Carbon footprint comparative analysis of cardboard and plastic containers used for the international transport of Spanish Tomatoes. *Sustainability*, 13(5), 2552. <https://doi.org/10.3390/su13052552>
- Miao, X., Magnier, L., & Mugge, R. (2023). Switching to reuse? An exploration of consumers' perceptions and behaviour towards reusable packaging systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 193, 106972. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106972>
- Naciones Unidas. (2022, 2 de marzo). *El mundo se une contra el plástico*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2022/03/1504922>
- Nasrollahi, M., Beynaghi, A., Mohamady, F. M., & Mozafari, M. (2020). Plastic packaging, recycling, and sustainable development. *Responsible consumption and production*, 544-551. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95726-5\\_110](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95726-5_110)
- Ncube, L. K., Ude, A. U., Ogunmuyiwa, E. N., Zulkifli, R., & Beas, I. N. (2021). An overview of plastic waste generation and management in food packaging industries. *Recycling*, 6(1), 12. <https://doi.org/10.3390/recycling6010012>
- Sabet, M. (2025). Exploring biodegradable polymer composites for sustainable packaging: a review on properties, manufacturing techniques, and environmental impacts. *Iranian Polymer Journal*, 34(1), 123-142. <https://doi.org/10.1007/s13726-024-01365-y>
- Shen, L., & Worrell, E. (2024). Plastic recycling. In *Handbook of recycling* (pp. 497-510). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85514-3.00014-2>
- Silva, N., & Molina-Besch, K. (2023). Replacing plastic with corrugated cardboard: A carbon footprint analysis of disposable packaging in a B2B global supply chain—A case study. *Resources, conservation and recycling*, 191, 106871. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106871>
- Steenis, N. D., Van der Lans, I. A., van Herpen, E., & Van Trijp, H. C. (2018). Effects of sustainable design strategies on consumer preferences for redesigned packaging. *Journal of Cleaner Production*, 205, 854-865. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.137>
- Verma, J., & Goel, S. (2023). State-of-the-art in bioresources for sustainable transportation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(10), 3768-3790. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.10.206>