ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.912

Sustainable packaging in circular economy business models, the green revolution to reduce global pollution: a literature review.

Egúsquiza Rodríguez, Margarita Jesús[1];
Paz Campaña, Augusto Edward[1]; López Padilla, Rosario del Pilar[1]; Rodríguez Alegre, Lino Rolando[2], Romero Mendoza, Claudia Sofia[1], Villanueva Mendoza, Naysha Naomi[1],
[1]Cesar Vallejo University, Peru, *megusquizar@ucvvirtual.edu.pe, aepazc@ucvvirtual.edu.pe, rlopezp@ucv.edu.pe, cromeroms@ucvvirtual.edu.pe, navillanuevaya@ucvvirtual.edu.pe*
[2]Jose Faustino Sanchez Carrion University, Peru, *lrodriguez@unjfsc.edu.pe*

Abstract*– The systematic literature review answered the research questions by identifying proposals and characteristics of circular economy business models based on sustainable and reusable packaging. The articles came from impact databases from 2020 to 2025, identifying keywords and inclusion and exclusion criteria. The PICOC strategy and the PRISMA flowchart were part of the methodology. It was shown that sustainable packaging can be integrated into circular economy business models to mitigate environmental pollution and care for the environment by reducing waste and contributing to modify consumer behavior and purchasing decisions. In addition, they promote green consumption practices and help companies achieve competitive advantages. It is essential to evaluate their technical, economic and environmental feasibility, as their sustainability and reusability favor the implementation of effective circular models. However, barriers such as high initial costs and lack of clarity about their benefits are a constraint for small and medium-sized enterprises, especially in countries with limited waste management and recycling infrastructure. It is key that consumers, businesses and governments work together to establish clear public policies and regulations to implement these changes.

Keywords-Sustainable packaging, circular economy, environmental contamination

Empaques sostenibles en modelos de negocio de economía circular: la revolución ecológica para reducir la contaminación global: una revisión de literatura, 2020-2025

Egúsquiza Rodríguez, Margarita Jesús[1];
Paz Campaña, Augusto Edward[1]; López Padilla, Rosario del Pilar[1]; Rodríguez Alegre, Lino Rolando[2], Romero Mendoza, Claudia Sofia[1], Villanueva Mendoza, Naysha Naomi[1],
[1]Cesar Vallejo University, Peru, *megusquizar@ucvvirtual.edu.pe, aepazc@ucvvirtual.edu.pe, rlopezp@ucv.edu.pe, cromeroms@ucvvirtual.edu.pe, navillanuevaya@ucvvirtual.edu.pe*
[2]Jose Faustino Sanchez Carrion University, Peru, *lrodriguez@unjfsc.edu.pe*

Resumen*– La revisión sistemática de la literatura respondió las preguntas de investigación, al identificar propuestas y características de modelos de negocio circular basados en empaques sostenibles y reutilizables. Los artículos provinieron de bases de datos de impacto del 2020 al 2025, identificándose palabras claves y criterios de inclusión y exclusión. La estrategia PICOC y el diagrama de flujo PRISMA fueron parte de la metodología. Se evidenció que los empaques sostenibles pueden integrarse a modelos de negocio de economía circular, mitigar la contaminación ambiental y cuidar el medio ambiente al disminuir los desperdicios contribuyendo a modificar el comportamiento y las decisiones de compra del consumidor. Además, promueven prácticas de consumo verde y que las empresas alcancen ventajas competitivas. Es esencial evaluar su viabilidad técnica, económica y ambiental pues su sostenibilidad y ser reutilizables favorecen implementar modelos circulares efectivos. Sin embargo, barreras como los costos iniciales elevados y la falta de claridad sobre sus beneficios son un limitante para las pequeñas y medianas empresas, en especial, en países con infraestructura limitada en la gestión de residuos y reciclaje. Es clave que consumidores, empresas y gobiernos trabajen juntos en establecer políticas públicas y regulaciones claras para implementar estos cambios.

Palabras clave—Empaque sostenible, economía circular, contaminación ambiental

I. Introducción

A nivel mundial, los residuos plásticos han pasado de 156 millones de toneladas en el año 2000 a 353 millones el 2019 teniendo, casi los dos tercios de estos, una vida útil, menor a cinco años donde el 40% son envases, 12% bienes de consumo y 11% prendas de vestir y textiles [1]. Por otro lado, en China, el desarrollo industrial y el fortalecimiento del e-commerce han contribuido tanto al crecimiento de los envíos express como a los problemas medioambientales por los residuos de los empaques utilizados. Según la Oficina Estatal de Correos, el negocio express creció, en 5 años, a una tasa media anual del 21,6% alcanzando, en el 2023, los 132.070 millones de envíos e ingresos por 1207.400 millones de yuanes [2]. El 2023, China generó 16,11 millones de toneladas de residuos de empaques por envíos express predominando el papel y el plástico y, pese a que su aprovechamiento integral es del 50,1% y 13,2%; la mayoría, se mezclan con los residuos municipales depositándose en vertederos o se incineran, Una tonelada de estos residuos generan 796 kg de CO2 equivalente de emisiones de gases de efecto invernadero [3]. Por otro lado, los envases desechables de bebidas están entre el 4% al 48% de los residuos sólidos urbanos y el 26% de la basura vertida al mar [4]. Además, los alimentos perecederos deben garantizar su seguridad y conservación, sin embargo, los envases plásticos convencionales, casi siempre, no son biodegradables contribuyendo a la contaminación por los micro plásticos y sustancias químicas tóxicas utilizadas en su producción. Por ello, la necesidad de soluciones de empaques biodegradables y sostenibles [5] y la búsqueda de alternativas sostenibles de base biológica y estrategias para disuadir el uso de envases plásticos de un solo uso provenientes de hidrocarburos de origen fósil [6] siendo una alternativa los polímeros biodegradables respetuosos con el medio ambiente [7]. Los envases sostenibles se diseñan y fabrican con materiales reciclables, compostables o biodegradables que reducen el impacto ambiental durante su ciclo de vida [8] y cumplen con el rendimiento esperado por los usuarios y no cambian en el almacenamiento y, cuando son desechados, se descomponen bajo determinadas condiciones, en sustancias respetuosas con el medio ambiente (agua, dióxido de carbono y biomasa) y los utilizan las bacterias, hongos y algas y algunos pueden ser sintetizados por biorrefinerías [9] eliminando los materiales de un solo uso pudiendo reutilizarse con el tiempo [10]. Ahora bien, en el caso del envasado inteligente, además de su sostenibilidad, ha sido diseñado para prolongar la vida útil y la calidad de los alimentos alertando de los cambios ambientales internos. Los envases inteligentes detectan los cambios de pH provocados por los compuestos volátiles de nitrógeno básico (VB-N) como el amoníaco y la trimetilamina producto de la descomposición de productos muy perecederos. Es allí, donde los sistemas de detección sensibles ayudan a reducir el desperdicio de alimentos y previene las enfermedades de origen alimentario [11]. Además, se observa la tendencia a los envases sostenibles por

el sector “fast food” que utilizan cantidades de envases desechables habiéndose superado, en alguna forma, la resistencia de consumidores y empresas del sector [12].

En las últimas dos décadas, es creciente el interés de gobiernos, fabricantes y consumidores por los envases y empaques sostenibles respetuosos con el medio ambiente. Su éxito depende de los consumidores, pues ellos determinan si los compran o no y su aceptación depende de las opiniones y percepciones de los consumidores. Según [13], para los consumidores canadienses, la percepción sobre la calidad del producto mejoraba cuando las declaraciones ambientales y las señales de etiquetado estaban bien definidas en el empaque. Por otro lado, para [14], en una investigación en el Reino Unido, los participantes coincidieron en la necesidad de un cambio cultural y que los consumidores flexibilicen sus solicitudes en el empacado de los alimentos y que los fabricantes contribuyan a cambiar la percepción de los consumidores respecto a que “el packaging es para ayudar a las tiendas y no al mundo ni al consumidor". Los gobiernos deben introducir leyes que ayuden a reducir el uso de envases de plástico y los consumidores deben adaptarse.

Respecto al mensaje sobre los beneficios de los envases sostenibles, este debe ser claro diferenciando su sostenibilidad respecto a otros envases y cumplir con los requisitos de su uso dependiendo del producto (por ejemplo, barreras contra el oxígeno y la humedad). Un envase sostenible debe ser funcional, ofrecer información clara, valor estético y garantizar la vida útil del producto siendo respetuoso con el medio ambiente. Otra inquietud sobre los envases sostenibles es su costo de producción y a pesar de que los envases convencionales son más económicos, en el largo plazo, su sostenibilidad se afecta al no ser reutilizables [14]. Por ello, la importancia de la reutilización de los envases sostenibles asociados con su fabricación y gestión del final de su vida útil pues tiene un potencial notable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero [15] y reducir los impactos negativos del plástico de un solo uso, especialmente, en la industria alimentaria pudiendo ser una alternativa ecológica, efectiva, viable y eficaz para reducir la contaminación por plásticos [16]. Estudios revelan que los consumidores están dispuestos a pagar más por empaques amigables con el medio ambiente [17]; sin embargo, estrategias de comunicación efectiva, como la propaganda medioambiental para fomentar la lealtad a la marca y la intención de compra [12] contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y generar beneficios económicos a las empresas, posicionándolas como organizaciones responsables con el entorno [6]. Ahora bien, aunque los plásticos de origen biológico prometen reducir el impacto ambiental, su implementación enfrenta desafíos como el rendimiento técnico y la falta de infraestructura adecuada para un desarrollo comercial [18]. Por otro lado, la persistencia de los empaques desechables en el sector de comida rápida en pequeños negocios minoristas sigue siendo una carga significativa para el medio ambiente [19]. La falta de acción se constituye en un desafío por el incremento de los desechos, afectando los ecosistemas e incrementa los costos operativos de las empresas a largo plazo [20]. Los envases reutilizables se han implementado ampliamente en modelos de negocio (B2B), como en los contenedores de transporte en los envases de transporte [21]; sin embargo, se limita al ámbito de empresa a consumidor (B2C) y los entornos minoristas [22].

En general, la generación de residuos es resultado de procesos de fabricación lineales tradicionales por ello el concepto de Economía Circular ha ganado atención como solución a los problemas económicos y sociales como el cambio climático, el agotamiento de los recursos y la generación de residuos [23]. Este cambio en el pensamiento económico ofrece mitigar la degradación medioambiental, mejorar la resiliencia e impulsar la innovación ofreciendo importantes beneficios a largo plazo como reducir el 40 % de las emisiones mundiales de origen industriales el 2050 y aumentar la productividad en 20% [24].

La Revisión Sistemática de Literatura (RSL), como artículo académico, incluye hallazgos de las contribuciones teóricas y metodológicas sobre un tema en particular. Se define como “un esfuerzo académico para identificar, evaluar y sintetizar las investigaciones relevantes sobre un tema en particular. Se utilizan para probar una hipótesis o vincular una serie de hipótesis” [25]. Se analizaron investigaciones referidas a modelos de negocio de economía circular relacionados con envases sostenibles. Se propuso como pregunta de investigación general: ¿Es posible implementar modelos de negocios circular basados en empaques sostenibles?, y como pregunta específica: ¿Cuáles son las características de los modelos de negocios circular basados en envases sostenibles?

La revisión se justifica, académicamente, pues como señalan [26] es fundamental para demostrar la relevancia del tema y generar o expandir conocimientos pues respalda toda investigación rigurosa en el ámbito académico. En ese sentido, busca contribuir con información relevante y aportes de investigaciones respecto a modelos de negocio, desde una perspectiva de economía circular en utilizar los envases sostenibles como una forma de reducir la contaminación ambiental y los gases de efecto invernadero.

Respecto al objetivo general, se propuso el siguiente; Identificar las propuestas de modelo de negocio circular basados en empaques sostenibles, y como objetivo específico: Describir las características de los modelos de negocio circular basados en empaques sostenibles

El análisis de las investigaciones abarcó el periodo 2020 al 2025 utilizándose palabras clave para buscar información de bases de datos reconocidas. El enfoque metodológico se basó en un esquema general utilizado en las revisiones sistemáticas procesándose la información de estas fuentes. Finalmente, se presentaron las conclusiones de la revisión.

II. METODOLOGÍA

La (RSL) se define como "la identificación, evaluación e interpretación de todo el material de investigación disponible

para abordar un problema de investigación" [27].

Se aplicó la estrategia PICOC para analizar con detalle los artículos revisados, desagregando la pregunta de investigación asociadas a sus componentes

RQ1: ¿Para quienes la Inteligencia Artificial y el aprendizaje automático han demostrado ser más efectivos en los procesos productivos?
RQ2: ¿Cuáles son los modelos y técnicas de IA y Aprendizaje automático en la optimización de procesos?
RQ3: ¿Cuáles son las contribuciones de la IA en la optimización de procesos?
RQ4: ¿Cuáles son los beneficios por el uso de la IA y el aprendizaje automático?
RQ5: ¿En qué sectores se está aplicando la IA y el aprendizaje automático?

De las preguntas se obtuvieron palabras clave como: “Empresas industriales de manufactura”, “empaques inteligentes y sostenibles”, “empaques convencionales”, “contaminación”, “huella de carbono”, “economía circular”, “empresas de servicio”. Con las palabras claves, se elaboraron códigos de búsqueda con base a la ecuación siguiente: ("Industrial companies" OR "service companies”) AND ("Smartt” AND “Packaging”) AND (“Intelligent” AND “Packaging”) AND ("Conventional" AND “packaging”) OR (“Sustanaible” AND “Packaging”) AND "pollution" OR (“Carbon footprint" OR "Circular Economy” estableciéndose criterios de inclusión y exclusión detallados a continuación

TABLA 1

CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION IDENTIFICADOS

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
CI 1: Investigaciones publicadas del 2020 al 2025.	CE 1: Artículos publicados antes del 2020.
CI 2: Incluir temas referidos a empaques reutilizables, inteligentes y sostenibles	CE 2: Investigaciones que no aborden el impacto por el uso de empaques reutilizables, inteligentes y sostenibles
CI 3: Estudios de bases de datos de impacto	CE 3: Estudios que no son de bases de datos de impacto
CI 4: Open acces	CE 4: Artículos de paga

A partir de la ecuación de búsqueda propuesta se identificaron las bases de datos de Scopus, Wiley, Scielo, entre otros. Así mismo tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión señalados en la Tabla 1, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 1, obteniendo un total de 44 artículos trabajados.

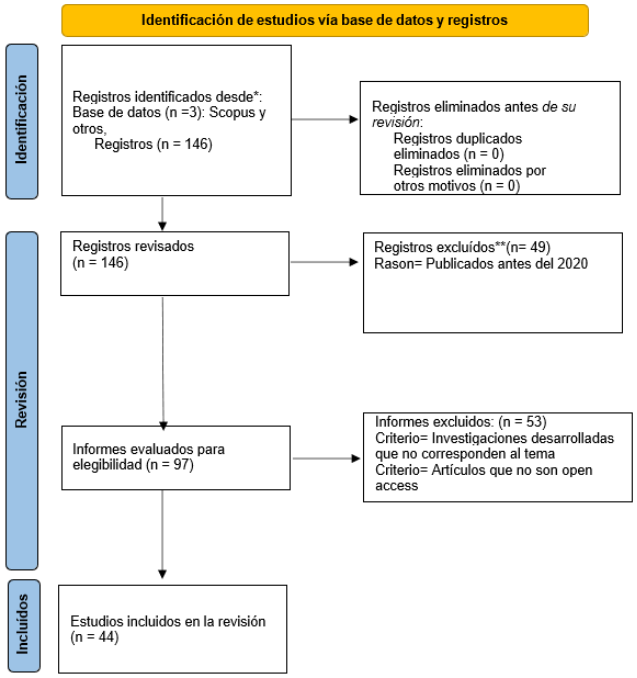

Fig. 1: Diagrama de Flujo – Prisma

III. RESULTADOS

[12] refiere que los empaques reutilizables con propaganda ambiental generan mayor lealtad de marca, altos niveles de satisfacción ambiental e intención de compra en el comercio minorista en línea y promueven cambios en el comportamiento de los consumidores y aquellos con propaganda ambiental de baja satisfacción pueden tener efectos adversos. Se destaca la importancia del diseño del mensaje como una alternativa sostenible respecto al modelo lineal "usar y desechar" y ´ adoptar propagandas asociadas a prácticas responsables de los consumidores.
El estudio de [28] sobre empaques reutilizables para pizza aborda la transición a modelos circulares. El diseño iterativo, la colaboración interdisciplinaria y la atención a la viabilidad técnica, económica y ambiental son esenciales pues sus características de sostenibilidad y ser reutilizables los favorecen para implementar modelos circulares efectivos y resaltan los desafíos en la aceptación del consumidor proponiendo soluciones con enfoques sistémicos.
[21] desarrollaron el modelo de red cerrada para empaques reutilizables en la industria alimentaria que optimiza los ciclos de vida de los contenedores utilizados y reduce el uso de materiales vírgenes demostrando cómo un diseño logístico eficiente puede maximizar la sostenibilidad económica y ambiental. El estudio evidencia que los empaques con mayor duración son claves para lograr un modelo de negocio circular.
El estudio de [17], examina la disposición de los consumidores a pagar un precio premium por los empaques sostenibles siendo la identidad proambiental y el juicio moral los factores determinantes. Subrayan la relevancia de los

empaques sostenibles para crear valor comercial fomentando prácticas de consumo ético y estrategias de marketing que refuercen la percepción del consumidor por estos empaques.

[20] comentando sobre los bioplásticos y empaques de papel para alimentos señalan que los consumidores prefieren las opciones percibidas como las más ecológicas siendo la conveniencia un factor decisivo en su aceptación y destacan el adaptarlos a las necesidades del producto y las preferencias del consumidor garantizando su adopción exitosa.

Según [18], los bioplásticos son una alternativa prometedora y las barreras los costos, dudas sobre los beneficios ambientales y la confusión del consumidor. Superarlas permitírá integra los materiales sostenibles a la cadena de suministro alimentaria promoviendo modelos de negocio más responsables.

[20], en el análisis de empaques reutilizables frente a plásticos de un solo uso en entregas exprés, destaca la reducción significativa del impacto ambiental cuando los ciclos de uso se maximizan. Demostraron cómo los empaques reutilizables pueden integrarse a modelos circulares mitigando la contaminación y el desperdicio logístico. Además, [3] refiriéndose a los residuos de empaques expréss en China señalan promover la reutilización y reciclaje para reducir las emisiones de carbono y la contaminación como estrategias integradas para mejorar la sostenibilidad de esta industria.

[19], analizaron cómo los plásticos de un solo uso contribuyen a la contaminación global proponiendo los empaques reutilizables. Resaltan el cambio a modelos de negocio con empaques sostenibles, regulaciones y acciones voluntarias para minimizar el impacto ambiental.

[23] analizaron las barreras y facilitadores de la economía circular (EC) en el sector construcción, proporcionando una base conceptual aplicable a sectores como los empaques sostenibles. Las barreras incluyen la falta de regulación específica, costos iniciales altos, resistencia al cambio y cadenas de suministro fragmentadas siendo los facilitadores los incentivos financieros, la gobernanza efectiva y las tecnologías innovadoras. Subrayan importante un enfoque colaborativo y multisectorial para superar desafíos y adoptar prácticas circulares. En el caso de los empaques inteligentes y sostenibles, estas barreras y facilitadores podrían extrapolarse a la creación de cadenas de valor eficientes que permitan cerrar ciclos de materiales y maximizar el uso de recursos, [22] revisaron las tendencias y oportunidades de los empaques reutilizables en la transición a una economía circular. Resaltan la importancia de la innovación en materiales y tecnologías de bajo impacto ambiental y el diseño de productos que se reintegren fácilmente en el ciclo de vida de los materiales. También abordaron el papel de las políticas públicas al promover prácticas sostenibles destacando ejemplos de regulaciones que fomentan el reciclaje y la reutilización donde la percepción del consumidor es clave en el éxito de los empaques reutilizables por la comunicación clara de sus beneficios ambientales y económicos.

[24], introducen el marco conceptual que combina tecnologías de la Industria 4.0, el IoT y blockchain con la gestión de calidad en cadenas de suministro en el marco de la economía circular. Destacan que estas tecnologías permiten un mejor monitoreo de los empaques inteligentes, la trazabilidad, la gestión de inventarios y la reducción de residuos y señalan cómo estas herramientas pueden integrar indicadores de sostenibilidad a los sistemas de embalaje brindando beneficios a empresas y consumidores. Los avances tecnológicos contribuyen a diseñar modelos de negocio circulares basados en empaques sostenibles pues mejoran la eficiencia operativa y reducen el impacto ambiental.

[7], exploraron las innovaciones recientes en reciclaje que facilitan la sostenibilidad de los empaques. Se describen procesos avanzados para recolectar, clasificar y transformar residuos de empaques en nuevos materiales y resaltan el impacto de la pandemia COVID-19 en el incremento de los residuos de empaques impulsando la necesidad de adoptar modelos de negocio más sostenibles. Estiman que los avances tecnológicos y políticas gubernamentales pueden desempeñar un papel crucial en la transición a empaques más sostenibles y su integración en modelos de negocio circulares.

Para [13], los consumidores necesitan más información sobre los beneficios de los materiales “bio-based” y reciclables y que el precio y la calidad del producto influyen en la decisión de compra respecto a la sostenibilidad del empaque. Sin embargo, algunos están dispuestos a pagar más por empaques ecológicos reforzando la necesidad de estrategias de marketing efectivas para aumentar la aceptación de modelos de negocio circulares basados en empaques sostenibles.

[6], evaluaron las intenciones de compra de consumidores alemanes hacia empaques biodegradables y de papel. Los resultados muestran que los empaques de papel se perciben como más ecológicos, pero menos convenientes que los bioplásticos y que las estrategias de diseño de los empaques deben considerar la funcionalidad y la percepción ambiental para garantizar el éxito de los modelos de negocio circulares.

[5], destacan que los empaques reutilizables pueden reducir significativamente el impacto ambiental y que los diseños prioricen la durabilidad dado que la reutilización y el reciclaje contribuyen a mitigar la contaminación. Son importantes políticas globales y la colaboración intersectorial por soluciones sostenibles que favorezcan la economía circular.

[14], investigaron sobre la percepción de los consumidores a los empaques de papel sostenibles y señalan el equilibrar tanto funcionalidad y sostenibilidad y aunque los consumidores valoran el papel como material “bio-based” y reciclable, expresaron preocupaciones sobre su resistencia y adecuación para ciertos productos y enfatizan que los diseños deben alinearse con las expectativas del consumidor para maximizar su aceptación fomentando modelos circulares efectivos.

[10]compararon los empaques desechables y reutilizables desde la perspectiva de sostenibilidad destacando que las opciones más sostenibles varían según el contexto y las condiciones de su ciclo de vida. Sugieren que los empaques reutilizables son preferibles en sistemas con altas tasas de reutilización y reciclaje y subrayan la necesidad de estudios para decisiones informadas en el diseño de modelos circulares

[11], presentaron un empaque inteligente basado en nanofibrillas de proteína y antocianinas, diseñado para detectar el deterioro de alimentos mediante cambios de color. Este avance combina sostenibilidad e innovación, ofreciendo una solución biodegradable y económica que mejora la destacan que integrar las tecnologías inteligentes en los empaques puede transformar los modelos de negocio hacia prácticas más circulares y sostenibles. [9] analizaron el potencial de los bioplásticos, como el PLA y los PHA, para mitigar la contaminación ambiental. Resaltaron el uso de levaduras en la fermentación microbiana y la producción de monómeros biodegradables a partir de biomasa renovable. Además, abordaron estrategias de ingeniería metabólica para mejorar la producción de componentes clave como el ácido láctico y el ácido succínico, fundamentales en la fabricación de bioplásticos sostenibles. Estos avances son cruciales en la transición hacia modelos de negocio circulares basados en empaques sostenibles.

[4] revisaron sistemas de depósito y reembolso (DRS) para envases de bebidas y destacan su efectividad en aumentar el reciclaje y la reducción de residuos. Examinaron ejemplos en Alemania, Suecia y Australia del Sur, identificando tendencias como el uso de tecnologías IoT y el diseño ecológico de envases. Subrayan la importancia de políticas públicas y la colaboración multisectorial para implementar soluciones adaptadas a cada región.

[29] señalan que los plásticos tradicionales provenientes de derivados del petróleo dañan el medio ambiente. Se estima que, el año 2050, la industria del plástico podría absorber la quinta parte del petróleo disponible. La alternativa, son los bioplásticos obtenidos de materiales biológicos o renovables como plantas u otros recursos naturales; sin embargo, son una pequeña parte del mercado, aunque el aumento en su uso ayuda a reducir el impacto ambiental al emitir menos gases contaminantes. Los bioplásticos, además de ser amigables con el medio ambiente pueden tener características especiales mejorando su utilidad. Tecnologías innovadoras como el uso de enzimas y microorganismos permiten reciclar los plásticos más eficientemente y reducir la contaminación promoviendo una economía más circular y sostenible.

[30], refiriéndose a los empaques inteligentes de alimentos señala que contribuyen a mantenerlos frescos y seguros pues utilizan sensores especiales para detectar cambios en el ambiente, como humedad, temperatura, pH y niveles de oxígeno posibilitando saber si están en buen estado evitando su desperdicio y problemas como las intoxicaciones. Entre los retos a superar están la sensibilidad al agua de los materiales utilizados que limita su uso. Para mejorar ello, los científicos trabajan en técnicas que los hacen más resistentes y útiles añadiendo materiales especiales o modificando su estructura. Aunque su uso no está muy difundido en el mercado, se espera que pronto estos empaques sean más fáciles de reciclar y ser amigables con el medio ambiente constituyéndose en parte clave de los negocios que buscan cuidar el planeta y las empresas sean más responsables con el medio ambiente.

[31] detallan cómo los envases reutilizables pueden usarse en las entregas a domicilio reduciendo el impacto ambiental y promover prácticas más sostenibles. Se creó un sistema de "entrega circular" que utiliza cajas térmicas reutilizables en lugar de las bolsas desechables tradicionales permitiendo el transportarse alimentos sin requerir vehículos refrigerados generando menos residuos. Aunque clientes y conductores encontraron útil la idea, hubo dificultades para implementarla en los almacenes por la necesidad de ajustes en los procesos. Para que el modelo funcione de mejor forma, es importante explicar a los clientes los beneficios por el uso de estos envases y fomentar la colaboración entre quienes participan en las entregas y mejorar los procesos dentro de los almacenes. Este enfoque muestra cómo hacer entregas a domicilio amigables con el medio ambiente y sostenibles en el tiempo.

[7] explican que los materiales de embalaje como los plásticos y el cartón generan residuos que afectan negativamente al medio ambiente. Precisan que el reciclaje es clave para reducir estos problemas, permite reutilizar materiales y ahorrar energía. Además, nuevas técnicas de reciclaje, como el reciclaje químico y mecánico ayudan a convertir los residuos en productos de buena calidad, casi iguales a los originales. Sin embargo, obstáculos, como el apoyo económico, político y social, hacen difícil implementar estas soluciones en todas partes. También señalan que a fin de que este tipo de embalaje sostenible funcione, las empresas, gobiernos y las personas deben trabajar juntos para adoptar mejores prácticas y fomentar un sistema más amigable con el medio ambiente.

[32] destacan que los envases inteligentes y sostenibles son una alternativa útil para reducir los problemas ambientales ocasionados por los plásticos tradicionales. Refieren que los bioplásticos, especialmente los PHA (polihidroxialcanoatos), fabricados con recursos naturales son biodegradables y tienen buenas características para su uso. Además, el agregar nanopartículas de óxido de zinc (ZnO) les da propiedades adicionales, como evitar el crecimiento de bacterias y mejorar su resistencia. También destacan que nuevas tecnologías, como procesos de hilado y recubrimientos especiales ayudan a hacer estos envases más efectivos y fáciles de producir.

[28] analizaron cómo usar envases reutilizables para alimentos como una forma de cuidar el medio ambiente y reducir los residuos plásticos. Explican que este enfoque puede disminuir la contaminación y las emisiones de gases que dañan el planeta, ofreciendo una alternativa a los envases desechables. Para que funcione bien, se deben considerar cuatro aspectos principales: el que a los consumidores les guste, sea técnicamente posible de implementarlo, económicamente viable y respete el medio ambiente. Se hicieron pruebas reales con envases reutilizables para pizza, usando encuestas, talleres y análisis técnicos para medir su efectividad. Se demostró que el éxito depende de la colaboración entre los consumidores y las empresas. Sin embargo, encontraron retos, como la falta de lugares adecuados para devolver los envases y su desgaste.

[33] explican que el problema de la contaminación por plásticos es complejo y debe abordarse desde diversos ángulos, no solo enfocándose en su desecho sino también en

cómo se fabrican y usan. Aunque muchos países tratan de reducir los residuos plásticos, su producción sigue aumentando. Su solución requiere un plan global que combine políticas económicas, comerciales y ambientales promoviendo un modelo más sostenible y amigable con el medio ambiente. Mencionan que algunos países han tomado medidas drásticas, prohibiendo ciertos plásticos; pero, otros siguen invirtiendo en su producción creando conflictos en los esfuerzos globales. Para cambiar esto, proponen el trabajo de los países creando reglas más claras y efectivas que ataquen la raíz del problema, como el uso de hidrocarburos en la fabricación de plásticos [34] analizaron la gestión de los residuos plásticos en Polonia, donde en 2021 se colocaron más de 1,259 millones de kilos de plásticos en el mercado, la mayoría registrada por empresas que registraban adecuadamente la información sobre su procedencia. Sin embargo, detectaron problemas con importaciones privadas y pequeños productores que no reportaban esto. Resaltaron la necesidad de medir con mayor precisión las cantidades de plásticos no reciclados para fomentar su reutilización y cumplir con las normativas europeas que buscan reducir estos residuos. Aunque hay avances, señalaron que mejorar los sistemas de reporte y colaboración entre empresas y gobiernos es clave para crear un manejo más sostenible de los plásticos.

[35] estudiaron cómo la Taiwan Sugar Company (TSC) incorporó prácticas más sostenibles en su forma de trabajo, como ejemplo de economía circular. Esto significa que la empresa está aprovechando mejor los recursos y reduciendo los desechos. Por ejemplo, utilizan los subproductos de la producción como materias primas nuevas, han empezado a usar energía limpia, como paneles solares y proyectos de energía eólica, y han desarrollado empaques más amigables con el medio ambiente. Estas acciones no solo cuidan el planeta y hacen que la empresa sea más eficiente y rentable. El estudio también menciona que hay algunos obstáculos, como la falta de leyes claras que apoyen estas iniciativas y la necesidad de que diferentes sectores trabajen juntos para superar problemas tecnológicos. A pesar de estos retos, los esfuerzos de TSC muestran que es posible combinar el cuidado ambiental con beneficios económicos al cambiar a un modelo de negocio más responsable y sostenible.

[36] estudiaron los problemas que enfrenta la industria alimentaria en el uso de empaques más sostenibles. Identificaron 26 desafíos principales, como el uso limitado de materiales reciclables, la falta de lugares adecuados para reciclar y los altos costos de fabricación. Estos problemas se relacionan con temas ambientales, económicos, legales y sociales y que para mejorar la sostenibilidad de los empaques es fundamental aplicar principios de la economía circular, como reciclar y reutilizar materiales. Sin embargo, las empresas deben trabajen más de cerca con los gobiernos y otras organizaciones y la necesidad de nuevas tecnologías y programas educativos para que más personas entiendan el impacto de los empaques y a pesar de que los materiales biodegradables y compostables son prometedores, deben superar los retos técnicos y económicos para masificar su uso.

[37] estudiaron cómo los residuos como las cáscaras de frutas, bagazo de caña y restos de cereales, pueden convertirse en materiales biodegradables para hacer empaques sostenibles. La celulosa, el almidón y pectina de estos materiales son una alternativa a los plásticos tradicionales y pueden usarse para crear películas y recubrimientos útiles en la industria alimentaria. Sin embargo, señalan que aún hay problemas por resolver, como los altos costos de producción, la falta de leyes que apoyen estas iniciativas y el poco conocimiento de la gente sobre sus beneficios. Además, mencionan que la nanotecnología y la extracción asistida por ultrasonido podrían mejorar estos empaques y hacerlos más fáciles de producir a gran escala. Los autores destacan que es necesario seguir investigando y el apoyo del gobierno para que estas soluciones puedan ser una realidad en el mercado.

[38] estudiaron cómo los materiales biodegradables pueden usarse en empaques y productos de consumo para ayudar a reducir la contaminación y proteger el medio ambiente pues son una buena alternativa a los plásticos comunes al generar menos emisiones de gases dañinos, disminuyen el uso de recursos no renovables como el petróleo ayudan a crear un sistema donde los recursos se reutilicen en lugar de desperdiciarse. Sin embargo, también se tienen algunos problemas, como que producir estos materiales todavía es caro y no hay suficientes leyes que apoyen su uso. Los investigadores destacan la importancia de crear incentivos, educar a las personas sobre los beneficios de estos materiales y establecer reglas claras para que más empresas los adopten.

[39] estudiaron cómo elegir el tipo de empaque más sostenible en empresas que fabrican empaques personalizados. Analizaron tres opciones principales: biodegradables, compostables y reciclables. Se evaluó cuál era el mejor modelo considerando factores como costos, uso de energía y tiempo de producción. Descubrieron que los empaques reciclables son los más sostenibles y ayudan a reducir costos y son más eficientes energéticamente. Sin embargo, aun hay problemas, como los altos costos iniciales, la falta de tecnología adecuada y la ausencia de reglas claras que apoyen su uso. Para superar estas dificultades, recomendaron que las empresas, los gobiernos y las universidades trabajen juntos.

[40] estudiaron cómo se pueden usar empaques más sostenibles en la industria de alimentos para reducir el impacto ambiental por materiales tradicionales, como el plástico. Descubrieron que los empaques circulares, que se reciclan o reutilizan ayudan a disminuir los desechos y que las cadenas de suministro sean más sostenibles y que los materiales plásticos reciclables y biodegradables, son mejores para el medio ambiente y, al mismo tiempo, protegen los alimentos. El estudio destaca que lograr este cambio necesita leyes que apoyen estas prácticas, los consumidores adopten hábitos más responsables y las empresas usen nuevas tecnologías. Además, los empaques inteligentes, que monitorean la frescura de los alimentos, son útiles para alargar su vida útil y evitar desperdicios beneficiando al medio ambiente y las empresas.

[41] revisaron un gran número de estudios sobre cómo hacer los empaques más sostenibles y menos dañinos al medio

ambiente. Analizaron 472 artículos y clasificaron la información en temas como economía circular, diseño de empaques, evaluación del impacto ambiental y prácticas sostenibles. Descubrieron que, desde su diseño inicial, los empaques deben hacerse con materiales reciclables o biodegradables para reducir su impacto y resaltaron que reutilizar y reciclar empaques es clave para generar menos residuos. Además, refrieron que los empaques inteligentes, que tienen sensores o etiquetas que informan sobre la frescura de los productos, no solo alargan la vida útil de los alimentos y ayudan a comunicarse mejor con los consumidores. Por último, sugirieron que empresas y especialistas trabajen juntos para incorporar ideas de economía circular en todas las etapas de producción y distribución de los empaques.

[42] revisaron estudios sobre empaques sostenibles en cadenas de suministro. Analizaron 176 artículos publicados entre 1993 y 2020 y aunque era un tema poco investigado antes del 2013, desde entonces ha recibido más atención, pues se relaciona con la economía circular. Según el estudio, los empaques sostenibles protegen los productos, ayudan a reducir los residuos, fomentan el reciclaje y hacen que el transporte y la producción sean más eficientes e identificaron temas importantes, como el impacto ambiental, el comportamiento de los consumidores, la gestión de residuos y el uso eficiente de recursos. Además, destacaron que el diseño innovador y las nuevas tecnologías son esenciales para crear empaques amigables y se cumplan con las normas.

[43] estudiaron cómo las marcas de ropa y calzado están implementando empaques más sostenibles para reducir su impacto ambiental. Analizaron 400 marcas internacionales y encontraron que muchas están adoptando estrategias conocidas como las "7R" de los empaques sostenibles: repensar, rechazar, reducir, reutilizar, reciclar, renovar y compostar. Más de la mitad de las marcas están enfocadas en reducir la cantidad de empaque que usan y un 32% ha dejado de utilizar plásticos tradicionales, optando por materiales como papel o empaques que se pueden compostar. Además, casi el 15% de las marcas están colaborando con proveedores para crear empaques que puedan reutilizarse o reciclarse y un 8% participa en iniciativas como el "Responsible Packaging Movement". Aunque hay avances importantes, se comenta que aún se necesita más trabajo para desarrollar nuevos materiales biodegradables y superar los problemas de costos y las tecnologías necesarias.

[44] estudiaron cómo los empaques sostenibles están cambiando la forma en que las empresas trabajan y las decisiones de los consumidores. Descubrieron que usar materiales ecológicos, como los biodegradables o reciclables, ayudan a generar menos basura, y también fomenta prácticas más responsables en la fabricación y el transporte de productos. Muchas empresas han comenzado a usar este tipo de empaques por las leyes ambientales y que los clientes se preocupan más por cuidar el planeta. El estudio también mostró que los consumidores prefieren comprar productos con empaques sostenibles, lo que está obligando a las empresas a crear diseños útiles, bonitos y respetuosos con el medio ambiente. Además, señalan que para que este cambio funcione bien, es necesario que las empresas, los gobiernos y las personas trabajen juntos para apoyar su uso.

[22], analiza la sostenibilidad de los envases reutilizables como alternativa para reducir el impacto ambiental respecto a los de un solo uso. Destaca que al menos el 20% de los plásticos podrían sustituirse por sistemas reutilizables disminuyendo residuos y gases de efecto invernadero hasta en un 75%. Aunque son comunes en mercados B2B, los retos para su adopción en modelos B2C son los costos iniciales y logística compleja. Los beneficios se evidencian en las cajas plásticas que reducen su impacto ambiental desde el tercer uso. El potenciar su implementación, requiere políticas públicas y colaboraciones en la cadena de suministro, consolidando su rol en la economía circular.

IV. DISCUSIÓN

Los artículos revisados, describen los resultados, desafíos y oportunidades de los empaques inteligentes y sostenibles en el cuidado del medio ambiente en un modelo de negocio circular. [12] y [17], destacan que los empaques reutilizables y sostenibles pueden fomentar la lealtad de marca generando valor comercial y alineándose a las expectativas de los consumidores más conscientes del impacto ambiental. Sin embargo, para [18] y [7]. Hay barreras como costos iniciales elevados y falta de claridad sobre los beneficios. En países con infraestructura limitada en la gestión de residuos y reciclaje, los costos son un limitante en las pequeñas y medianas empresas. Por otro lado, el análisis de modelos exitosos, como los sistemas de depósito y reembolso (DRS) evaluados por [4] y [10], muestra que estas barreras pueden superarse con políticas públicas adecuadas, incentivos financieros y tecnologías avanzadas que faciliten la aceptación de los empaques sostenibles y optimizan la cadena de valor al minimizar residuos y maximizar la reutilización. [24] destaca la integración de tecnologías de la Industria 4.0, como el IoT y blockchain, en los empaques inteligentes permitiendo monitorear su ciclo de vida optimizando los procesos logísticos fomentando la transparencia en la cadena de suministro, impulsa la sostenibilidad ambiental y genera confianza de consumidores y empresas.

Los casos estudiados muestran la diversidad de enfoques para incorporar empaques sostenibles en distintos sectores. [28] analizaron un modelo basado en envases reutilizables para alimentos subrayando la importancia del diseño iterativo y la colaboración interdisciplinaria para garantizar la viabilidad técnica, económica y ambiental. Además, [21] en su estudio de redes logísticas cerradas evidencia que los empaques con ciclos de vida extendidos son clave para reducir el uso de materiales vírgenes en la industria alimentaria.

[6] y [13] examinan la percepción del consumidor a los bioplásticos y el papel. La sostenibilidad percibida y la conveniencia son decisivos en la aceptación y aunque los consumidores están dispuestos a pagar más por productos

ecológicos, los diseños deben equilibrar funcionalidad y sostenibilidad para garantizar el éxito en modelos circulares.

[3] destaca el potencial de los bioplásticos derivados de fuentes renovables y estrategias de ingeniería metabólica para reducir la dependencia de plásticos tradicionales y el estudio de [11] integran la innovación tecnológica en el diseño de empaques biodegradables inteligentes que mejoran la seguridad alimentaria al detectar el deterioro de alimentos.

Además de los desafíos técnicos y económicos, la educación ambiental y su rol en aceptar y adoptar empaques sostenibles son claves. La percepción del consumidor, mencionada por [14], evidencia que las barreras son por falta de conocimiento por los beneficios de los materiales sostenibles. Esto sugiere que las estrategias de marketing deben comunicar las ventajas ecológicas y educar sobre el impacto positivo de los empaques en el contexto de la economía circular.

Respecto a la escalabilidad de los modelos de negocio circulares basados en empaques sostenibles, los sistemas como los DRS han demostrado ser efectivos en países con infraestructura avanzada [4] pero, su implementación en regiones con recursos limitados tiene barreras significativas y la necesidad de enfoques adaptativos y colaborativos que combinen políticas públicas, incentivos financieros y transferencia de tecnología.

Los artículos revisados describen varios desafíos y oportunidades que explican cómo los empaques inteligentes y sostenibles pueden ayudar a cuidar el medio ambiente dentro de un modelo de negocio circular. Así, [29] explican que los bioplásticos, fabricados con recursos naturales, son una opción para reemplazar los plásticos provenientes de polímeros sintéticos, como el polietileno, el polipropileno, el nailon, el poliéster, el politetrafluoroetileno y el epoxi que provienen de hidrocarburos del petróleo. Estos materiales generan menos contaminación y gases que afectan el clima. Sin embargo, el uso de bioplásticos es bajo por sus costo y requieren nuevas tecnologías para su reciclado eficiente. A pesar de esto, ofrecen la oportunidad para crear cadenas de producción más limpias y reducirse la dependencia de los combustibles fósiles.

Por otro lado, [31] hablaron sobre un modelo que usa envases reutilizables para entregas a domicilio. Este sistema no solo reduce la basura y también elimina la necesidad de usar vehículos refrigerados para transportar alimentos. Aunque esta iniciativa fue bien recibida por clientes y repartidores, se encontraron problemas al organizar los envases en los almacenes, lo que muestra que es necesario mejorar los procesos logísticos para que este modelo funcione mejor.

Se tienen algunos ejemplos prácticos de cómo los empaques sostenibles son usados en modelos de negocio reales. [31] presentan el caso de las entregas a domicilio con envases reutilizables, donde los clientes devuelven los envases después de usarlos. Este sistema ayuda a reducir el uso de materiales desechables y disminuye los residuos, pero requiere que los clientes participen activamente y que las empresas organicen mejor los procesos. De modo similar, el estudio de [26], utilizó envases reutilizables como cajas de pizza. Su éxito depende de la aceptación de los consumidores, su rentabilidad económica y que las empresas puedan manejar la logística.

Por otro lado, [7] muestran cómo el reciclaje es esencial para estos modelos. Hablan de nuevas formas de reciclar plásticos y cartón para convertirlos en productos de alta calidad. Sin embargo, señalan que no es fácil, pues se requiere mucha inversión y apoyo de gobiernos y empresas y el reciclaje puede ser una herramienta poderosa si se aplica correctamente.

[32] presentan un caso de bioplásticos mejorados con partículas especiales y hacen a los materiales más resistentes y útiles para guardar alimentos. Aunque su producción es costosa, se demuestra que es posible hacer envases que sean biodegradables y funcionales al mismo tiempo.

Con relación al objetivo general: desafíos y oportunidades en modelos de negocio circular, se evidencian los retos y beneficios asociados al uso de empaques inteligentes y sostenibles en la economía circular. [34] identificaron la necesidad de mejorar los sistemas de registro de residuos plásticos y fomentar prácticas sostenibles con regulaciones claras. [35] mostraron cómo implementar fuentes renovables y empaques sostenibles en la empresa TSC puede mejorar la eficiencia y la rentabilidad, aunque persisten barreras operativas y tecnológicas. [36] resaltaron que los empaques circulares en la industria alimentaria enfrentan problemas de costos y reciclaje, pero pueden transformar las cadenas de suministro. Los estudios resaltan la importancia de políticas públicas, colaboración empresarial y desarrollo tecnológico para superar desafíos destacando que los empaques sostenibles son clave para optimizar el uso de recursos, reducir desechos y contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Con relación al objetivo específico: características de modelos de negocio circular, los casos revisados aportan características específicas de modelos de negocio basados en empaques sostenibles. Así, [37] analizaron materiales biodegradables a partir de residuos agroalimentarios destacando su potencial en la industria alimentaria. [38] enfatizaron la importancia de materiales biodegradables para reducir emisiones y la dependencia de recursos no renovables. Por otro lado, [39] señalaron que los empaques reciclables personalizados son los más viables en términos de sostenibilidad y costos y [44] destacaron que los consumidores prefieren productos con empaques ecológicos que impulsa a las empresas a priorizar diseños innovadores y responsables. A su vez, para [22], los empaques reutilizables pueden reducir los residuos plásticos en un 20%, aunque requieren soluciones logísticas y económicas para ser efectivos. Estos hallazgos muestran cómo diferentes industrias adaptan sus modelos de negocio integrando los principios de economía circular.

V. CONCLUSIONES

Los empaques inteligentes y sostenibles pueden ser la solución para cuidar el medio ambiente, pero deben superar varios retos. Los costos de producción, la complejidad técnica y falta de infraestructura son problemas por resolver. Consumidores, las empresas y los gobiernos deben trabajar juntos

implementando estos cambios. Estos funcionarán si los clientes devuelven los envases y las empresas mejoran sus sistemas de entrega y recolección. A pesar de las dificultades, los empaques inteligentes y sostenibles ofrecen oportunidades. Pueden reducir los desechos, mejorar la calidad de los productos y ayudar a las empresas a ser más responsables con el medio ambiente. Avances tecnológicos, como el reciclaje avanzado y los bioplásticos son prometedores, pero se debe seguir investigando para que estas soluciones sean accesibles a todos por lo que los empaques inteligentes y sostenibles son un paso importante hacia una economía circular, donde los recursos se usan de manera más eficiente y responsable.

Finalmente, los empaques sostenibles contribuyen a reducir la huella ambiental, mejorar la competitividad empresarial y fomentar la innovación. Sin embargo, hay la necesidad de superar barreras asociadas a los costos, normativas y logística. Finalmente, los empaques inteligentes y sostenibles no solo benefician al medio ambiente; también son una ventaja competitiva para las empresas que adoptan estos modelos reforzando su papel en la transición a una economía circular.

REFERENCIAS

[1] OECD, "Environment", OECD. Consultado: el 10 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.oecd.org/en/topics/environment.html

[2] "国家邮政局公布2023年邮政行业运行情况". Consultado: el 14 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.spb.gov.cn/gjyzj/c100015/c100016/202401/59eeb6e8b0e7404f8127aa2c7aebded6.shtml

[3] S. Zhang, H. Hou, G. Wang, Y. Yao, Y. Zhang, y H. Xu, "Exploring the metabolic characteristic of express packaging waste to promote the synergy of pollution and carbon reduction", *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 106, p. 107523, may 2024, doi: 10.1016/j.eiar.2024.107523.

[4] G. Zhou *et al.*, "A systematic review of the deposit-refund system for beverage packaging: Operating mode, key parameter and development trend", *J. Clean. Prod.*, vol. 251, p. 119660, abr. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119660.

[5] M. MacLeod, H. P. H. Arp, M. B. Tekman, y A. Jahnke, "The global threat from plastic pollution", *Science*, vol. 373, núm. 6550, pp. 61–65, jul. 2021, doi: 10.1126/science.abg5433.

[6] J. Macht, J. Klink-Lehmann, y S. Venghaus, "Eco-friendly alternatives to food packed in plastics: German consumers' purchase intentions for different bio-based packaging strategies", *Food Qual. Prefer.*, vol. 109, p. 104884, jul. 2023, doi: 10.1016/j.foodqual.2023.104884.

[7] I. D. Ibrahim *et al.*, "Recent Recycling Innovations to Facilitate Sustainable Packaging Materials: A Review", *Recycling*, vol. 8, núm. 6, p. 88, nov. 2023, doi: 10.3390/recycling8060088.

[8] M. B. Gill *et al.*, "Consumer preferences for eco-friendly attributes in disposable dinnerware", *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 161, p. 104965, oct. 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104965.

[9] F.-L. Zhang *et al.*, "Engineering yeast cell factories to produce biodegradable plastics and their monomers: Current status and prospects", *Biotechnol. Adv.*, vol. 68, p. 108222, nov. 2023, doi: 10.1016/j.biotechadv.2023.108222.

[10] H. Pålsson y J. Olsson, "Current state and research directions for disposable versus reusable packaging: A systematic literature review of comparative studies", *Packag. Technol. Sci.*, vol. 36, núm. 6, pp. 391–409, jun. 2023, doi: 10.1002/pts.2722.

[11] M. Peydayesh *et al.*, "Sustainable Smart Packaging from Protein Nanofibrils", *Adv. Mater.*, p. 2414658, nov. 2024, doi: 10.1002/adma.202414658.

[12] C. Gu *et al.*, "The impact of reusable tableware packaging combined with environmental propaganda on consumer behaviour in online retail", *PLOS ONE*, vol. 17, núm. 3, p. e0264562, mar. 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0264562.

[13] M. Ketelsen, M. Janssen, y U. Hamm, "Consumers' response to environmentally-friendly food packaging - A systematic review", *J. Clean. Prod.*, vol. 254, p. 120123, may 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120123.

[14] O. O. Oloyede y S. Lignou, "Sustainable Paper-Based Packaging: A Consumer's Perspective", *Foods*, vol. 10, núm. 5, p. 1035, may 2021, doi: 10.3390/foods10051035.

[15] A. Tenhunen-Lunkka, J. Lahtinen, L. Hakola, R. Palmgren, y H. Sundqvist, *Operational environment review for reusable packaging used in fast moving consumer goods*. en VTT Technology. FI: VTT Technical Research Centre of Finland, 2023. Consultado: el 15 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://doi.org/10.32040/2242-122X.2023.T415

[16] X. Miao, L. Magnier, y R. Mugge, "Switching to reuse? An exploration of consumers' perceptions and behaviour towards reusable packaging systems", *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 193, p. 106972, jun. 2023, doi: 10.1016/j.resconrec.2023.106972.

[17] M. Kesgin, A. S. Can, L. Ding, M. Legg, y D. Schuler, "Legacy matters: Encouraging willingness to pay a premium for environmentally friendly off-premises food packaging", *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 126, p. 104037, abr. 2025, doi: 10.1016/j.ijhm.2024.104037.

[18] K. Molina-Besch y H. Keszleri, "Exploring the industrial perspective on biobased plastics in food packaging applications – Insights from Sweden", *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 35, pp. 72–84, ene. 2023, doi: 10.1016/j.spc.2022.10.018.

[19] Y. Chen, A. K. Awasthi, F. Wei, Q. Tan, y J. Li, "Single-use plastics: Production, usage, disposal, and adverse impacts", *Sci. Total Environ.*, vol. 752, p. 141772, ene. 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141772.

[20] Q. Tan, L. Yang, F. Wei, Y. Chen, y J. Li, "Is reusable packaging an environmentally friendly alternative to the single-use plastic bag? A case study of express delivery packaging in China", *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 190, p. 106863, mar. 2023, doi: 10.1016/j.resconrec.2022.106863.

[21] R. Accorsi, G. Baruffaldi, y R. Manzini, "A closed-loop packaging network design model to foster infinitely reusable and recyclable containers in food industry", *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 24, pp. 48–61, oct. 2020, doi: 10.1016/j.spc.2020.06.014.

[22] P. M. Coelho, B. Corona, R. Ten Klooster, y E. Worrell, "Sustainability of reusable packaging–Current situation and trends", *Resour. Conserv. Recycl. X*, vol. 6, p. 100037, may 2020, doi: 10.1016/j.rcrx.2020.100037.

[23] A. AlJaber, P. Martinez-Vazquez, y C. Baniotopoulos, "Barriers and Enablers to the Adoption of Circular Economy Concept in the Building Sector: A Systematic Literature Review", *Buildings*, vol. 13, núm. 11, p. 2778, nov. 2023, doi: 10.3390/buildings13112778.

[24] A. Duong Thi Binh, M. Akbari, H. Le Thi Cam, L. Nguyen Canh, y H. Truong Quang, "Forging Pathways to Circular Economy Excellence: Integrating Industry 4.0 with Quality Management", *Sustainability*, vol. 16, núm. 7, p. 3053, abr. 2024, doi: 10.3390/su16073053.

[25] M. M. Albhirat *et al.*, "The PRISMA statement in enviropreneurship study: A systematic literature and a research agenda", *Clean. Eng. Technol.*, vol. 18, p. 100721, feb. 2024, doi: 10.1016/j.clet.2024.100721.

[26] O. B. Collazo, A. M. Rangel, M. C. González, y N. R. C. Pérez, "Proyecto de investigación y tesis. Guía para su elaboración ".

[27] K. L. Gaytan-Reyna, J. R. Romero-Reyna, M. E. Zevallos-Loyaga, y K. L. Duran-LLaro, "Enseñanza de la estadística en modalidad virtual: Revisión sistemática", *Rev. Arbitr. Interdiscip. Koinonía*, vol. 8, núm. 2, pp. 307–330, ago. 2023, doi: 10.35381/r.k.v8i2.2878.

[28] A. Tenhunen-Lunkka *et al.*, "Implementing a circular business model for reusable packaging: Multidisciplinary learnings from reusable pizza packaging", *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 48, pp. 62–83, jul. 2024, doi: 10.1016/j.spc.2024.05.006.

[29] P. Lomwongsopon y C. Varrone, "Contribution of Fermentation Technology to Building Blocks for Renewable Plastics", *Fermentation*, vol. 8, núm. 2, p. 47, ene. 2022, doi: 10.3390/fermentation8020047.

[30] Y. Wang, Y. Wu, Z. Chen, B. Zhong, y B. Liu, “Intelligent food packaging materials: Principles, types, applications, and hydrophobization”, *Food Control*, vol. 171, p. 111138, may 2025, doi: 10.1016/j.foodcont.2025.111138.
[31] N. Silva y F. Nilsson, “Exploring the circular last mile: reusable packaging in home delivery of food and groceries using a design science approach”, *Int. Rev. Retail Distrib. Consum. Res.*, pp. 1–22, oct. 2024, doi: 10.1080/09593969.2024.2414082.
[32] M. Buntinx, C. Vanheusden, y D. Hermans, “Processing and Properties of Polyhydroxyalkanoate/ZnO Nanocomposites: A Review of Their Potential as Sustainable Packaging Materials”, *Polymers*, vol. 16, núm. 21, p. 3061, oct. 2024, doi: 10.3390/polym16213061.
[33] D. Barrowclough y C. Birkbeck, “Transforming the Global Plastics Economy: The Role of Economic Policies in the Global Governance of Plastic Pollution”, *Soc. Sci.*, vol. 11, núm. 1, p. 26, ene. 2022, doi: 10.3390/socsci11010026.
[34] B. Waszczyłko-Miłkowska y K. Bernat, “Using the Amount of Plastic Packaging Placed on the Market to Determine the Annual Amount of Plastic Packaging Waste Generated in Poland to Enable Sustainable Waste Management”, *Sustainability*, vol. 16, núm. 12, p. 5048, jun. 2024, doi: 10.3390/su16125048.
[35] A. K. Sah y Y.-M. Hong, “Circular Economy Implementation in an Organization: A Case Study of the Taiwan Sugar Corporation”, *Sustainability*, vol. 16, núm. 17, p. 7865, sep. 2024, doi: 10.3390/su16177865.
[36] E. Ada, Y. Kazancoglu, N. Gozacan-Chase, y O. Altin, “Challenges for circular food packaging: Circular resources utilization”, *Appl. Food Res.*, vol. 3, núm. 2, p. 100310, dic. 2023, doi: 10.1016/j.afres.2023.100310.
[37] L. D. S. C. Carnaval, A. K. Jaiswal, y S. Jaiswal, “Agro-Food Waste Valorization for Sustainable Bio-Based Packaging”, *J. Compos. Sci.*, vol. 8, núm. 2, p. 41, ene. 2024, doi: 10.3390/jcs8020041.
[38] S. Anjimoon, R. Sobti, J. K. K A, A. Kumar, S. C. Parashar, y R. A. Hussien, “Revolutionizing Packaging and Consumer Products: Exploring the Potential of Biodegradable Materials”, *E3S Web Conf.*, vol. 472, p. 02006, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202447202006.
[39] R. Rajendran y S. Ranjitharamasamy, “A Decision Framework for Selecting Highly Sustainable Packaging Circular Model in Mass-Customized Packaging Industry”, *Appl. Sci.*, vol. 14, núm. 22, p. 10224, nov. 2024, doi: 10.3390/app142210224.
[40] E. Ada, Y. Kazancoglu, Ç. Lafcı, B. Y. Ekren, y C. Çimitay Çelik, “Identifying the Drivers of Circular Food Packaging: A Comprehensive Review for the Current State of the Food Supply Chain to Be Sustainable and Circular”, *Sustainability*, vol. 15, núm. 15, p. 11703, jul. 2023, doi: 10.3390/su151511703.
[41] R. M. Sastre, I. C. De Paula, y M. E. S. Echeveste, “A Systematic Literature Review on Packaging Sustainability: Contents, Opportunities, and Guidelines”, *Sustainability*, vol. 14, núm. 11, p. 6727, may 2022, doi: 10.3390/su14116727.
[42] J. Morashti, Y. An, y H. Jang, “A Systematic Literature Review of Sustainable Packaging in Supply Chain Management”, *Sustainability*, vol. 14, núm. 9, p. 4921, abr. 2022, doi: 10.3390/su14094921.
[43] Ljubljana, Slovenia, U. Vrabič Brodnjak, I. Jestratijević, “Solutions of sustainable packaging in footwear and apparel industry”, en *Proceedings - The Eleventh International Symposium GRID 2022*, University of Novi Sad, Faculty of technical sciences, Department of graphic engineering and design, nov. 2022, pp. 533–538. doi: 10.24867/GRID-2022-p59.
[44] G. Wandosell, M. C. Parra-Meroño, A. Alcayde, y R. Baños, “Green Packaging from Consumer and Business Perspectives”, *Sustainability*, vol. 13, núm. 3, p. 1356, ene. 2021, doi: 10.3390/su13031356.