

Impacto en la seguridad alimentaria del diseño de envases y embalajes con tecnologías innovadoras

Impact of packaging design with innovative technologies on food safety

 Raquel N. Veliz-Sagarvinaga¹

 Yaser M. Chavez-Solano¹

 Crhistian Larrea-Cerna¹

 Daniel E. Alvarado-León²

 David A. Callirgos-Romero³

crhistian.larrea@unat.edu.pe 

1.- Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Huancavelica, Perú

2.- Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú

3.- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Río Grande del Sur, Brasil

Recibido: 16/06/2025

Revisado: 22/08/2025

Aceptado: 02/11/2025

Publicado: 06/01/2026

RESUMEN

El presente artículo de revisión sistemática literaria (RSL) analizó las nuevas tecnologías en el diseño de envases y embalajes en relación con la seguridad alimentaria, destacando la importancia de innovar en diseños que mejoren la funcionabilidad y la sostenibilidad. El estudio tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática sobre el impacto de estas tecnologías en la seguridad alimentaria. Se utilizó una metodología donde se incluyó una búsqueda en la base de datos Scopus acompañado de criterios PICOC, análisis bibliométrico con Bibliometrix y PRISMA. En la búsqueda encontraron 16,736 estudios de los cuales se analizaron 37 artículos que revelan que tecnologías como los envases biodegradables y las etiquetas inteligentes son fundamentales para mejorar la trazabilidad y seguridad de los alimentos. Sin embargo, también se identificaron desafíos como los altos costos de producción y la complejidad de implementación. En el análisis, se subrayó la necesidad de un enfoque integral que combine la tecnología y sostenibilidad, y se enfatizó la importancia de fomentar la investigación continua en este campo. En conclusión, este estudio indica que, aunque existan avances prometedores, es esencial seguir desarrollando soluciones que garanticen la seguridad alimentaria y sean sostenibles y accesibles para la industria.

Palabras clave: Nuevas tecnologías; Envases y Embalajes; Seguridad alimentaria; Sostenibles; Trazabilidad.

ABSTRACT

This review article analyses new technologies in packaging design in relation to food safety, highlighting the importance of innovating designs that improve functionality and sustainability. The aim of the study was to conduct a systematic review of the impact of



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.13(1), 2026; ISSN: 2409 - 1537;05-22

these technologies on food safety. They used a methodology that included a search of the Scopus database with PICOC criteria, bibliometric analysis with Bibliometrix and the PRISMA guideline. Out of 16,736 studies, 37 articles were analysed and revealed that technologies such as biodegradable packaging and smart labels were key to improving food traceability and safety. However, they identified challenges such as high production costs and complexity of implementation. The analysis underlined the need for a holistic approach combining technology and sustainability, and emphasised the importance of encouraging continued research in this field. In conclusion, the study indicated that, although there were promising developments, it was essential to further develop solutions that ensured food safety and were sustainable and accessible to the industry.

Keywords: New technologies, Packaging, Food safety, Sustainability, Traceability.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria enfrenta retos vinculados a la seguridad, sostenibilidad e innovación en envases. A nivel global, un tercio de los alimentos producidos se desperdicia, equivalente a 1 300 millones de toneladas anuales (FAO, 2022). En Perú, el 28 % de los alimentos se pierde antes de llegar al consumidor, debido en gran parte a deficiencias en envasado y almacenamiento (MIDAGRI, 2019). En Huancavelica, donde la pobreza alcanza el 47,7 %, hasta el 30 % de la producción agrícola se pierde por falta de infraestructura adecuada (Gobierno Regional de Huancavelica, 2022).

La innovación en envases debe equilibrar funcionalidad, seguridad y experiencia del consumidor (Abejón *et al.*, 2020), considerando además el impacto ambiental: en Brasil, se desechan 25 000 toneladas diarias de envases en vertederos (Ministério do Meio, 2021). Los consumidores exigen envases que aseguren la calidad del producto (Ronzoni *et al.*, 2022) y transmitan valores de marca (Hongfeng y Bin, 2023).

La investigación actual avanza hacia envases inteligentes y activos (Stoma y Dudziak, 2022), películas antioxidantes de residuos de soja (Tkaczewska *et al.*, 2023) y sistemas antimicrobianos con nanopartículas de plata y bacteriocinas (Sharma *et al.*, 2023). Esta revisión aborda estas tecnologías emergentes como biosensores,

impresión 3D, envases comestibles e inteligentes que aún no han sido ampliamente exploradas en revisiones previas.

Para esta revisión sistemática de la literatura se emplearon varias metodologías. Se utilizó el método PICOC (Población, Intervención, Comparación, Resultados, Contexto) para definir preguntas de investigación y analizar resultados, como en estudios sobre inteligencia artificial y lógica simbólica/no simbólica (Negro y Pons, 2022). También se aplicó un análisis bibliométrico con Bibliometrix, herramienta usada en investigaciones de neurociencia aplicada a alimentos (Izaguirre y Ruiz, 2023). Finalmente, se siguió la guía PRISMA, común en revisiones de alimentos funcionales, como la germinación de quinua (Paucarchuco y Vilchez, 2024). Aunque estas metodologías suelen emplearse de manera independiente, esta revisión las combina para abordar el impacto del diseño de envases y embalajes con tecnologías innovadoras en la seguridad alimentaria.

El artículo de RSL tiene como objetivo analizar las corrientes actuales en el diseño de envases y embalajes, así como su impacto en la seguridad alimentaria. La RSL analiza el potencial de los envases en la industria alimentaria para prolongar la vida útil, garantizar seguridad, promover sostenibilidad y optimizar la ergonomía,

resaltando su papel en la obtención de productos de calidad y en la aceptación del consumidor.

MATERIALES Y METODOS

En el presente estudio se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura (RSL) sobre el impacto en la seguridad alimentaria de las nuevas tecnologías innovadoras en los diseños de envases y embalajes. La búsqueda principal se realizó en la base de datos Scopus obteniéndose inicialmente 16 736 artículos. Posterior a ello mediante la metodología de criterios de Problema, Intervención, Comparación, Resultados y Contexto (PICOC) (Lohmann *et al.*, 2023), se definieron palabras claves y se aplicaron operadores booleanos en combinación con la base terminológica IATE, lo que permitió depurar la búsqueda a 1865 artículos publicados entre 2019 y 2024. Las palabras clave resultan esenciales en una RSL, ya que permiten indexar, recuperar y evaluar la relevancia de los artículos en un tema específico (Sezer *et al.*, 2022). Asimismo, se utilizó el programa Bibliometrix (RStudio) para evaluar tendencias y la guía PRISMA para la selección final, aplicando criterios de inclusión y exclusión.

Formulación de las preguntas de investigación

Debido a que el enfoque de la RSL se basa en el impacto en la seguridad alimentaria de las nuevas tecnologías, en los diseños de envases y embalajes, se mencionan las siguientes preguntas claves de la investigación:

Pregunta general

Q1: ¿Cuál es el impacto de las nuevas tecnologías de diseño que se realizan en envases y embalajes en la industria alimentaria?

Preguntas específicas

EQ1: ¿Cuáles son las necesidades que cubren el diseño de nuevos envases y embalajes en la seguridad alimentaria?

EQ2: ¿Cuáles son los métodos que se utilizan para identificar la funcionalidad, sostenibilidad ambiental y la reducción de residuos en los envases y embalajes?

EQ3: ¿Qué beneficios positivos ofrecen las nuevas tecnologías de diseño en envases y embalajes para la seguridad alimentaria?

EQ4: ¿Qué soluciones innovadoras existen en la industria de envases y embalajes?

Formulación / elección de ecuaciones y herramientas de búsqueda

Los criterios de diseño de embalajes se analizaron mediante artículos de Scopus, utilizando la metodología PICOC (Huamán *et al.*, 2021). Para la búsqueda sistemática se emplearon operadores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”) y términos clave en inglés relacionados con la industria alimentaria (IATE). La ecuación final de búsqueda fue: (“Packaging innovation” or “Packaging design” or “Packaging” or “Food safety”) AND (“Packaging functionality” or “Packaging production” or “Solutions” or “Materials” or “Packaging adaptation” or “Packaging technology”) AND (“Food Safety” or “Environmental Sustainability” or “Biodegradable Packaging” or “Traditional” or “Conventional” or “Food Waste”) AND (“Nanotechnology” or “Smart Packaging” or “Bioplastics” or “3D Printing” or “Food Safety” or “Quality”) AND (“Food Innovation” or “Packaging Technologies” or “Food Industry”).

Análisis Bibliométrico

Tras la búsqueda en Scopus, se aplicó un análisis bibliométrico con RStudio–Bibliometrix sobre los artículos identificados mediante la metodología PICOC. Se observó una tasa anual de crecimiento del 9,74 %, reflejando la expansión de la investigación en tecnologías de envases. Además, se construyó una red de concurrencia que mostró la relación entre los distintos campos de estudio a partir de las palabras clave de los autores.

Criterios de inclusión y exclusión

Posterior a la búsqueda inicial en Scopus (16 736 registros), se aplicó la metodología PRISMA, estableciendo criterios de inclusión y exclusión para depurar los resultados (Carrera-Rivera *et al.*, 2022).

Estos criterios se muestran en la Tabla 1, donde se especifican cinco criterios de inclusión (CI1–CI5) y un criterio de exclusión (CE1).

Tabla 1.
Criterios para la búsqueda de artículos científicos (PRISMA)

CRITERIOS DE INCLUSIÓN		CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	
TIPO		TIPO	
CI1	Artículos de los últimos 6 años (2019 - 2024)	CE1	Idioma: Polaco
CI2	Área temática: Ciencias Agrícolas y Biológicas,		
	Ingeniería, Química, Ciencias de los Materiales,		
	Ingeniería Química, Ciencia medioambiental.		
CI3	Tipo de documento: Artículo		
CI4	País: Porcelana, India, EE.UU., España, Reino Unido,		
	Polonia, Corea del Sur.		
CI5	Acceso: Abierto		

Nota: Detalla los criterios de inclusión y exclusión utilizados para la selección de artículos de la revisión sistemática

Tras la aplicación de estos criterios, el total se redujo a 84 artículos. Posteriormente, mediante una revisión exhaustiva, se seleccionaron aquellos con mayor relevancia y pertinencia al tema, obteniéndose un total de 37 estudios para el análisis final. Este proceso se sintetiza en el diagrama de flujo PRISMA (Figura 1).

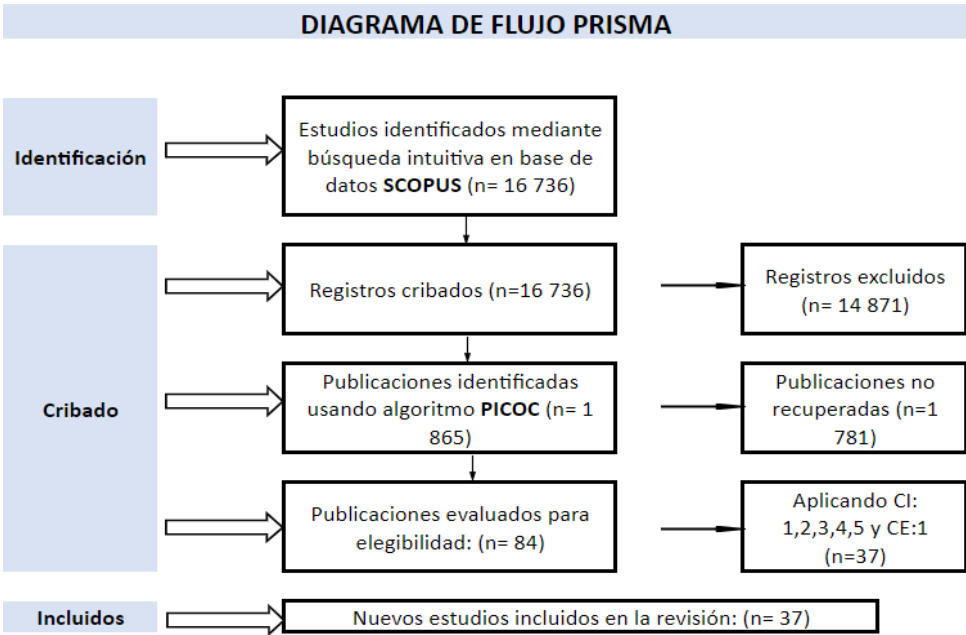


Figura 1: Criterios para la búsqueda de artículos científicos (PRISMA)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total, 37 estudios cumplieron con el objetivo de la investigación y fueron considerados en el análisis.

Resultado de los años de publicación de las investigaciones

La Tabla 2 muestra la distribución de los artículos seleccionados por año de

publicación (2019–2024). Se observa un mayor número en 2022 y 2023, con 21 investigaciones cada uno (25 % del total), lo que evidencia un notable incremento reciente en la producción científica sobre tecnologías de envases.

Tabla 2.
Investigaciones encontradas tras aplicar la metodología PRISMA

Año	Nº de artículos	Porcentaje (%)
2019	8	10
2020	11	13
2021	13	15
2022	21	25
2023	21	25
2024	10	12
Total	84	100%

Nota: Datos obtenidos de la plataforma Scopus

Resultado de las preguntas PICOC

Para responder a las preguntas planteadas mediante la metodología PICOC, se analizaron los 37 artículos seleccionados.

Resultados para la pregunta Q1

Q1: ¿Cuál es el impacto de las nuevas tecnologías de diseño que se realizan en

envases y embalajes en la industria alimentaria?

La Tabla 3 muestra que el 73 % de los artículos analizados reportan impactos positivos asociados al uso de nuevas tecnologías en envases y embalajes (27 estudios), mientras que el 27 % evidencian efectos negativos (10 estudios).

Tabla 3.
Resultados de artículos que tienen impactos positivos o negativos al usar nuevas tecnologías en el diseño de envases y embalajes

Efectos del diseño de envases y embalajes	Nº de artículos	Porcentaje (%)
Artículos con efectos positivos	27	73
Artículos con efectos negativos	10	27
Total	37	100

Nota: Datos obtenidos de la plataforma Scopus

Para responder de manera más precisa a la pregunta Q1, esta se subdividió en dos subpreguntas:

Q1-1 ¿Cuáles son los efectos positivos de la aplicación de nuevas tecnologías para el diseño de envases y embalajes en los artículos investigados?

Los efectos positivos identificados en 27 artículos revisados se agrupan en tres categorías principales: detección y monitoreo, propiedades antimicrobianas y antioxidantes, y propiedades de barrera y funcionalidad.

En detección y monitoreo, Anjali *et al.* (2022) desarrollaron sensores colorimétricos PANI-PEC para detectar *E. coli* en lácteos con alta estabilidad, mientras que Ameri *et al.* (2024) usaron antocianinas de arroz negro para evidenciar el deterioro del pescado mediante cambios de pH visibles. Ambos destacan la utilidad de los sensores colorimétricos, aunque difieren en su enfoque. Sin embargo, mientras Anjali *et al.* se enfocan en la estabilidad a largo plazo de los sensores, Ameri *et al.* destacan la accesibilidad y comprensión del cambio de color por parte del consumidor, lo que sugiere un enfoque más orientado al usuario final.

Por otro lado, Popa *et al.* (2019) proponen sistemas de embalaje inteligentes con sensores IoT capaces de monitorear en tiempo real patógenos, gases, temperatura y humedad, ofreciendo un control integral de la calidad en contraste con los métodos puntuales de Anjali *et al.* y Ameri *et al.*, centrados en detecciones específicas y visibles. Este enfoque resulta más adecuado para producción y distribución a gran escala. Complementariamente, Benítez *et al.* (2023) avanzan en la detección de alérgenos como la gliadina, ampliando las aplicaciones de los sensores y demostrando que la seguridad alimentaria puede abordarse desde múltiples frentes tecnológicos.

En cuanto a las propiedades antimicrobianas, Sharma *et al.* (2023) demostraron que recubrimientos de nanopartículas de plata y bacteriocinas en papel de celulosa inhiben patógenos, mientras que Ekonomou *et al.* (2023) desarrollaron superficies impresas en 3D de PLA y TPU con nanopartículas metálicas, eficaces contra patógenos alimentarios y nosocomiales. Ambos destacan el rol clave de la acción antimicrobiana, aunque difieren en materiales y métodos: recubrimientos convencionales frente a impresión 3D especializada. Respecto a las propiedades antioxidantes, Tkaczewska *et al.* (2023) elaboraron películas con residuos de soja, aportando sostenibilidad, mientras que Arumugam *et al.* (2022) combinaron nanopartículas de sílice y aceite de semilla de uva en PBAT, mejorando resistencia y funcionalidad. Ambos priorizan recursos naturales y biodegradables, pero difieren en el enfoque: valorización de residuos frente a integración de tecnologías avanzadas.

En el ámbito de las propiedades de barrera, Ban *et al.* (2020) propusieron superficies de acero inoxidable nanoestructuradas que reducen la adhesión bacteriana, mientras que Song *et al.* (2024) desarrollaron películas superhidrofóbicas de polietileno con nanopartículas de sílice para mejorar la repelencia al agua y la conservación. Ambos enfoques reflejan estrategias distintas, materiales duraderos frente a flexibles cuya elección depende del tipo de alimento, las condiciones de almacenamiento y las prioridades de seguridad.

En conjunto, Los estudios coinciden en que las tecnologías emergentes mejoran la seguridad, prolongan la vida útil y favorecen la sostenibilidad, aunque difieren en sus enfoques: desde soluciones visibles para el consumidor hasta herramientas como IoT o impresión 3D. Su aplicación dependerá del tipo de alimento y las exigencias del mercado.

Q1-2 ¿Cuáles son los efectos negativos en la aplicación de diseños en envases y embalajes en los artículos investigados?

Los efectos negativos identificados en los estudios revisados se agrupan en tres áreas principales: migración de compuestos, integridad del envase y limitaciones en la vida útil.

La migración de compuestos desde los envases hacia los alimentos constituye una preocupación central en la seguridad alimentaria. Asensio *et al.* (2020) menciona desde un punto de vista ecológico, el trigo y la madera son biocompuestos. Sin embargo, pueden ser perjudiciales y liberar compuestos volátiles, afectando en la seguridad alimentaria. Así también, Ban *et al.* (2020) determinaron que la formación de biopelículas en superficies de acero inoxidable plantea preocupaciones sobre la seguridad antimicrobiana de los materiales en contacto con los alimentos. A diferencia de, Tkaczewska *et al.* (2023) mencionan que las películas microbianas se producen a partir de películas comestibles de residuos de soja, aunque biodegradables, no lograron inhibir el crecimiento microbiano. Enfatizaron la importancia de evaluar los materiales para el embalaje de alimentos en relación con la migración de compuestos y la actividad antimicrobiana.

Fernández *et al.* (2021) resaltan que los envases biodegradables, podrían resultar en problemas de seguridad alimentaria por la falta de resistencia mecánica. López *et al.* (2020) y Rodríguez *et al.* (2019)

mencionan esta misma preocupación por la falta de protección, la vida útil más corta que ofrecen estos envases biodegradables a comparación de los envases convencionales. Estos estudios resaltan la necesidad de mejorar la resistencia mecánica de los envases alimentarios biodegradables, mientras se busca proteger el medio ambiente.

Nájera *et al.* (2024) demuestran que los envases reciclables sirven para reducir la protección, mientras afectan la calidad del queso. Por otro lado, Gonzales *et al.* (2019) presenta nanopartículas de plata como un medio para prolongar la vida útil del queso, aunque con el riesgo de introducir una toxicidad. Ambos estudios coinciden que existen riesgos en cuanto a nuevos diseños de envases para mejorar la seguridad y la aceptación sensorial, mejorando la conservación de los alimentos.

Tkaczewska *et al.* (2023) y Martínez *et al.* (2022) mencionan que los diseños de envases de almidón y residuos de soja, pueden degradarse rápidamente afectando la vida útil del producto. Así como López *et al.* (2020) y Rodríguez *et al.* (2019) determinaron que estos envases ofrecen una menor protección a comparación de los convencionales, acortando la vida útil de alimentos perecederos, así como lácteos. En conjunto, los estudios coinciden en que la biodegradabilidad aporta beneficios ambientales, pero plantea retos para la preservación, lo que exige desarrollar tecnologías que equilibren sostenibilidad y funcionalidad.

Tabla 4.
Resultados de artículos que tienen impactos positivos o negativos al usar nuevas tecnologías en el diseño de envases y embalajes

Aspecto	Ventajas	Desventajas
Sensores y envases inteligentes	Permiten monitoreo continuo y detallado de la calidad de los alimentos, mejorando la trazabilidad y seguridad (Popa <i>et al.</i> , 2019).	Costos iniciales altos y necesidad de infraestructura tecnológica avanzada (Popa <i>et al.</i> , 2019).
Sensores para detección de alérgenos	Detectan concentraciones bajas de alérgenos con alta precisión, mejorando la seguridad alimentaria (Benítez <i>et al.</i> , 2023).	Pueden ser costosos y requieren validación rigurosa para distintas matrices alimentarias (Benítez <i>et al.</i> , 2023).
Envases activos y antioxidantes	Prolongan la vida útil de los productos perecederos, reduciendo el desperdicio (Tkaczewska <i>et al.</i> , 2023).	Pueden no ser efectivos en todas las aplicaciones, y algunos materiales pueden ser costosos (Tkaczewska <i>et al.</i> , 2023).
Envases biodegradables y bioplásticos	Ofrecen alternativas sostenibles a los plásticos convencionales (Chausali <i>et al.</i> , 2022; Asensio <i>et al.</i> , 2020).	Riesgo de migración de compuestos volátiles y rápida degradación que compromete la protección de alimentos. (Chausali <i>et al.</i> , 2022; Asensio <i>et al.</i> , 2020).
Recubrimientos específicos	Prolongan la vida útil de los alimentos, ofreciendo beneficios funcionales y de sostenibilidad (Tkaczewska <i>et al.</i> , 2023).	Algunos recubrimientos no logran inhibir el crecimiento microbiano de manera efectiva (Tkaczewska <i>et al.</i> , 2023).
Propiedades de barrera	Protegen los alimentos de factores externos como el oxígeno, humedad y luz, asegurando su frescura y calidad sensorial (Liu <i>et al.</i> , 2022).	Pueden ser costosos y complejos de producir (Liu <i>et al.</i> , 2022).

Nota: La tabla resume las ventajas y desventajas de las innovaciones en envases y embalajes, citando a los autores

Resultados para la pregunta EQ1

EQ1: ¿Cuáles son las necesidades que cubren el diseño de nuevos envases y embalajes en la seguridad alimentaria?

Para poder responder a esta pregunta PICOC se generó las siguientes sub preguntas:

EQ1-1 ¿Cuáles son las necesidades identificadas en el diseño de nuevos envases y embalajes?

La Figura 2 resume las necesidades principales detectadas en los estudios revi-

sados, entre ellas envases activos, antioxidantes y tecnologías específicas como envasado al vacío y atmósferas modificadas, reportadas solo en dos artículos.

Los estudios muestran enfoques diversos, reflejando un campo en evolución. Bassey *et al.* (2022) evaluaron la panceta de cerdo cocida envasada al vacío, demostrando que factores como la temperatura de almacenamiento afectan parámetros fisicoquímicos (pH, color, TBARS, TVB-N) y la comunidad bacteriana. Su análisis eviden-

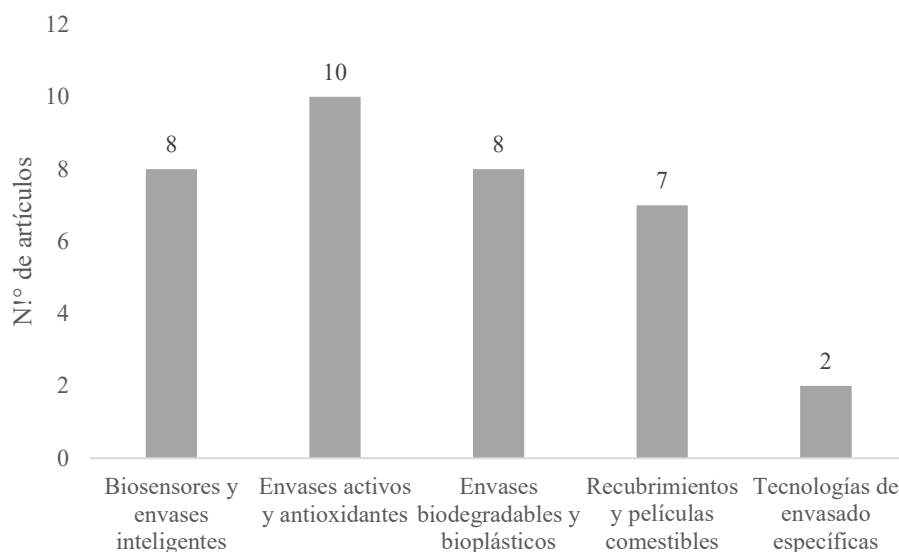


Figura 2: Nuevas tecnologías identificadas en el diseño de envases y embalajes

cia cómo las condiciones ambientales determinan la funcionalidad del envase y la calidad del producto.

Por otro lado, Ede *et al.* (2021) estudiaron los nanocristales de celulosa (CNC) mediante pruebas físicas, químicas y biológicas *in vivo* e *in vitro*, resaltando la necesidad de validar la seguridad de nuevos materiales en contacto con alimentos. En contraste, Nájera *et al.* (2024) evaluaron quesos envasados en atmosfera modificada, destacando su impacto en la preservación sensorial y comparando la resistencia de envases reciclables frente a plásticos convencionales. Mientras el primer estudio se centra en la seguridad de materiales innovadores, el segundo enfatiza la sostenibilidad y la percepción del consumidor en la funcionalidad de un envase.

Stoma y Dudziak (2022) analizaron actitudes y comportamientos de los consumidores hacia envases activos e inteligentes, subrayando que la aceptación y el conocimiento del usuario son determinantes para su éxito en el mercado. Esta perspectiva complementa estudios fisicoquímicos al incorporar una dimensión social y económica en la evaluación de la funcionalidad del envase.

En el ámbito de las tecnologías avanzadas, Popa *et al.* (2019) propusieron un sistema IoT para poder monitorear en tiempo real parámetros críticos de los alimentos, mientras que Iftekhar *et al.* (2020) integraron IoT y blockchain para reforzar la trazabilidad y transparencia en la cadena de suministro. Por su parte, Kaur *et al.* (2022) desarrollaron sensores electroquímicos con nanomateriales para detectar contaminantes, aportando una protección activa a la seguridad alimentaria. Estos enfoques muestran como las innovaciones tecnológicas abarcan desde el control de calidad hasta la detección y trazabilidad.

Al comparar los estudios, observamos un consenso en la necesidad de integrar métodos fisicoquímicos y tecnológicos para poder evaluar la funcionalidad de los envases. No obstante, difieren en sus enfoques: Bassey *et al.* (2022) y Ede *et al.* (2021) priorizan la interacción envase-producto, mientras que Nájera *et al.* (2024) y Stoma y Dudziak (2022) incorporan la percepción y aceptación del consumidor. Por otro lado, Popa *et al.* (2019) e Iftekhar *et al.* (2020) aportan la perspectiva digital mediante sensores e IoT-blockchain, ampliando la evaluación hacia la trazabilidad y seguridad.

Tabla 5.

Resultados de artículos que tienen impactos positivos o negativos al usar nuevas tecnologías en el diseño de envases y embalajes

Autor y Año	Tipo de Envase	Material Utilizado	Aplicación	Resultados Positivos
Popa <i>et al.</i> (2019)	Envase inteligente	Sensores de gas, temperatura y humedad	Alimentos envasados al vacío	Monitoreo de la calidad en tiempo real mediante IoT; mejora en la seguridad alimentaria.
Arumugam <i>et al.</i> (2022)	Película biocompuesta	Aceite esencial de semilla de uva y nanopartículas de sílice	Productos avícolas, pescado, tomates	Alta actividad antimicrobiana y antioxidante; mejora en la resistencia a la tracción y estabilidad térmica.
Tkaczewska <i>et al.</i> (2023)	Película comestible doble capa	Hidrolizados de proteicos de salvado de soja y furcellarén	Productos vegetarianos (tofu)	Biodegradación completa en 10 días; no toxicidad para el crecimiento de semillas de berro.
Dai (2023)	Envase ecológico y de bajas emisiones de carbono	Sensores inalámbricos y Tecnología de inteligencia artificial	Conservación de alimentos	Reducción en el uso de energía y emisiones de carbono; mejora en la sostenibilidad.
Wrona <i>et al.</i> (2023)	Envase de biopolímeros	Quitosano y nanopartículas de Cu y Ag	Alimentos perecederos	Alta inhibición bacteriana; mejora en propiedades mecánicas y de hidrofobicidad.

Nota: Esta tabla resume los avances en envases alimentarios utilizando diversos materiales, destacan mejoras en vida útil y seguridad.

EQ1-2 ¿Cuáles son las necesidades que se cubren en la seguridad alimentaria?

En los 37 artículos científicos revisados, 14 de ellos se centran en prolongar la vida útil de los alimentos, abordando detección de calidad, propiedades antimicrobianas y antioxidantes y reducción de residuos en la industria.

Popa *et al.* (2019) en su investigación destacan el potencial de los envases

inteligentes con sensores IoT para el monitoreo constante de los parámetros críticos como gases, temperatura, humedad y patógenos, ofreciendo la evaluación más dinámica y precisa que los métodos tradicionales existentes. Sin embargo, este avance enfrenta limitaciones relacionados con la necesidad de una infraestructura tecnológica avanzada, lo que dificulta su aplicación a gran escala. Por otro lado, Anjali *et al.* (2022) desarrollaron un sensor coloríme-

tro basado en papel con nanopartículas de polianilina-pectina para detectar *E. coli* en derivados lácteos, se destacó por su bajo costo, simplicidad y estabilidad. Aun así, el enfoque en un único contaminante limita su alcance comparado a sistemas más integrales como los de Popa *et al.* (2019), que monitorea diversos parámetros mediante IoT.

Soe *et al.* (2023) desarrollaron superficies antimicrobianas en impresión 3D, aparte de inhibir patógenos, mejoraron las propiedades mecánicas y de barrera de los envases. Además, Arumugam *et al.* (2022) elaboraron películas biocompuestas a partir de aceite esencial de semilla de uva y nanopartículas de sílice, este destacó su actividad antimicrobiana y antioxidante. Estos estudios comparten en la creación de materiales para prolongar la vida útil de los alimentos y reducir los desperdicios.

Es importante prolongar la vida útil para reducir los desechos y garantizar alimentos seguros. Asensio *et al.* (2020) evaluaron la migración de compuestos volátiles en materiales biológicos naturales como la pulpa de trigo y madera, proponiendo como una alternativa sostenible a los plásticos. Por otro lado, González *et al.* (2021) analizaron biopolímeros y confirmaron que estos mejoran la conservación y reducen su impacto ambiental. Estos estudios coinciden en la importancia de los envases sostenibles, aunque existen limitaciones en costo y disponibilidad.

Barzan *et al.* (2024) propusieron reutilizar extractos naturales de los residuos fomentando la economía circular elaborando envases antioxidantes. A esto, Hernández *et al.* (2020) destacaron el uso de materiales biodegradables para minimizar los residuos y mejorar la seguridad alimentaria. Estos difieren en la reutilización de subproductos frente a la biodegradabilidad. Fernández *et al.* (2019) coincidieron con Barzan *et al.* (2024) en cuanto a su desarrollo de envases activos con compuestos

naturales antimicrobianos, estos son capaces de inhibir patógenos y prolongar la vida útil, mejorar la seguridad y calidad del producto.

Por último, la propiedad de mecánica y de barrera son fundamentales en la integridad del envase. Arumugam *et al.* (2022) y Ekonomou *et al.* (2023) coincidieron que al incorporar nanopartículas en los polímeros mejora la resistencia y protección, dando una solución eficaz para la industria. Aun así, existen dudas sobre su viabilidad económica, la producción a gran escala y la necesidad de distintos enfoques en la metodología para tener una perspectiva amplia con el fin de garantizar la seguridad y funcionalidad de los envases.

Resultados para la pregunta EQ2

EQ2: ¿Cuáles son los métodos que se utilizan para identificar la funcionalidad, sostenibilidad ambiental, y la reducción de residuos en los envases y embalajes?

Para poder responder a esta pregunta PICOC se generó la siguiente subpregunta:

Q2-1 ¿Qué métodos se utilizan para identificar la funcionalidad del envase?

Este trabajo de investigación identificó tres grupos principales para identificar la funcionalidad de los envases: microbiológicos y fisicoquímicos, sensoriales y tecnológicos.

Bassey *et al.* (2022) evaluaron el perfil fisicoquímico y microbiológico de la panceta del cerdo envasado al vacío, analizando el color, pH, TVB-N y TBARS. En sus resultados obtuvieron que la temperatura de almacenamiento influye en la estabilidad química y microbiota, enfatizando el papel del contenedor en la conservación del producto. Así como, Ede *et al.* (2021) estudiaron los nanocristales de celulosa (CNC) para el envasado de alimentos en estudios físicos, químico y biológicos, *in vivo* e *in vitro*. Resaltan la necesidad de realizar

pruebas de compatibilidad para no permitir que las interacciones comprometan la calidad y seguridad del producto.

Nájera *et al.* (2024) evaluaron las características sensoriales de cuñas de queso de oveja almacenadas en diversas condiciones de temperatura y tiempo, se enfocaron en la importancia del envasado en atmosfera modificada para mantener sus atributos de calidad que son percibidos por el consumidor. También compararon materiales reciclables con plásticos convencionales, contribuyendo a la sostenibilidad y funcionalidad del envasado. Adicionalmente, Stoma y Dudziak (2022) se enfocaron en la actitud y comportamiento de los consumidores respecto a los envases activos e inteligentes, dando énfasis a la aceptación y conciencia del consumidor que es vital para el éxito comercial.

Popa *et al.* (2019) sugirieron un sistema basado en IoT para monitorear gas, temperatura y humedad de alimentos en tiempo real, mientras que Iftekhar *et al.* (2020) combinaron el sistema basado en IoT con el blockchain para garantizar la trazabilidad en la cadena de suministro. Estos estudios mencionan la importancia de la digitalización en la mejora de la seguridad alimentaria y la transparencia. Pero, difieren en su enfoque de control de calidad durante el almacenamiento, mientras el otro se centró en la gestión integrada en la cadena de suministro.

Kaur *et al.* (2022) desarrollaron un nanosensor-electroquímico para detectar contaminantes en alimentos, este avance tecnológico es una herramienta significativa para reforzar la seguridad alimentaria uniendo el control de calidad con protección activa contra peligros potenciales.

Al comparar estos estudios, se observa un consenso en la importancia de combinar métodos fisicoquímicos y tecnológicos para evaluar la funcionalidad de

los envases. No obstante, difieren en sus enfoques: Bassey *et al.* (2022) y Ede *et al.* (2021) analizan la interacción directa entre envase y alimento, mientras que Nájera *et al.* (2024) y Stoma y Dudziak (2022) consideran aspectos sensoriales y la percepción del consumidor. Por su parte, Popa *et al.* (2019) e Iftekhar *et al.* (2020) incorporan tecnologías de la información, mostrando cómo sensores y blockchain transforman el monitoreo y aseguramiento de la funcionalidad del envase.

Resultados para la pregunta EQ3

EQ3: ¿Qué beneficios positivos ofrecen las nuevas tecnologías de diseño en envases y embalajes para la seguridad alimentaria?

La revisión identificó ocho áreas de beneficio, siendo la seguridad y conservación alimentaria la más destacada con 14 artículos, seguida de la autenticidad y protección del producto (8). Tanto el control de calidad como los indicadores de trazabilidad alcanzan 6 estudios cada uno, mientras que el control de condiciones ambientales es el menos investigado, con 3 (Figura 3).

Ameri *et al.* (2024) y Anjali *et al.* (2022) destacan el papel de los sensores colorimétricos en la seguridad alimentaria. Los primeros desarrollaron sensores con antocianina/PET para detectar el deterioro del pescado mediante variación de pH, mientras que los segundos emplearon papel con nanopartículas de polianilina-pectina (PANI-PEC) para identificar *Escherichia coli* en lácteos. Ambos coinciden en la relevancia de estos sensores, aunque difieren en su aplicación: monitoreo de frescura en pescado versus detección de patógenos en productos lácteos.

En películas con propiedades antimicrobianas y antioxidantes, Arumugam *et al.* (2022) reportan el uso de aceite esencial de semilla de uva y PBAT con nanopartículas de SiO₂, que mejoran la resistencia

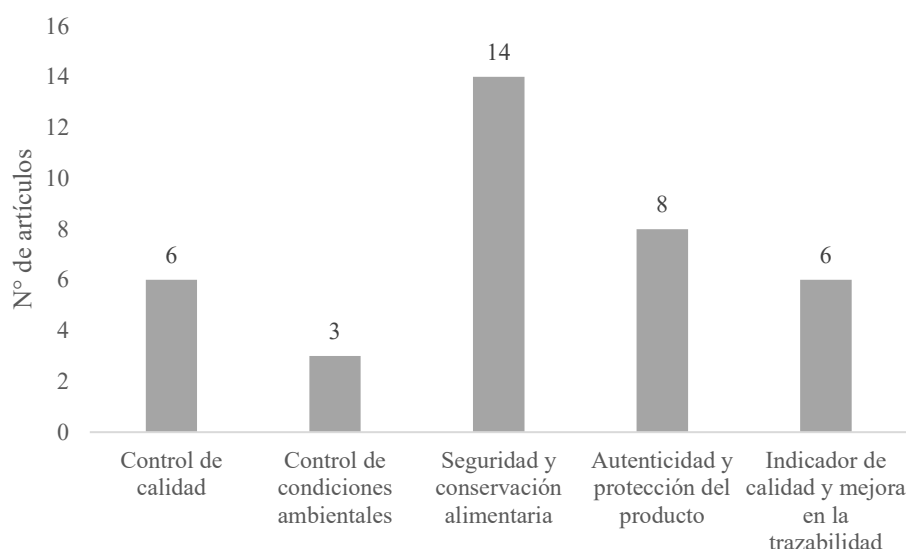


Figura 3: Áreas que se han investigado en la seguridad alimentaria respecto al uso de nuevas tecnologías en el diseño de envases y embalajes

térmica y la conservación de alimentos. De forma similar, Barzan *et al.* (2024) desarrollaron envases activos de celulosa con extractos naturales antioxidantes. Ambos coinciden en la relevancia de estas propiedades para prolongar la vida útil, aunque difieren en los materiales y tecnologías aplicadas.

Ban *et al.* (2020) proponen recubrimientos de teflón tratados electroquímicamente para reducir *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* en envases, mientras que Benítez *et al.* (2023) desarrollaron inmunosensores ópticos basados en resonancia para rastrear alérgenos. Aunque ambos estudios se enfocan en la seguridad alimentaria, difieren en su abordaje: prevención de contaminación bacteriana versus detección de alérgenos. Esta diversidad refleja cómo las tecnologías de envasado pueden adaptarse a distintas dimensiones de la seguridad.

Ameri *et al.* (2024) evaluaron indicadores de calidad en envases con sensores colorimétricos que detectan gases volátiles (TVB-N), ofreciendo una señal visual de

la frescura del pescado. Esta innovación se inserta en la tendencia de envases inteligentes que, además de proteger, informan en tiempo real sobre la calidad del producto.

Por último, Rothwell *et al.* (2023) evaluaron el uso del agua activada por plasma (PAW) como

Desinfectante en productos frescos, destacando su eficacia por no generar subproductos tóxicos. En contraste, Asencio *et al.* (2020) analizaron la migración de compuestos volátiles en biomateriales naturales para evaluar su seguridad como envase. Ambos autores coinciden en priorizar la seguridad alimentaria, aunque desde enfoques distintos: desinfección avanzada versus evaluación de materiales.

Las tecnologías en los envases han mejorado la seguridad alimentaria al poder detectar contaminantes, prolongar la vida útil y preservar la calidad. Aunque los estudios coinciden en su relevancia, difieren en enfoques y métodos, reflejando la diversidad de retos y soluciones en este campo de la seguridad alimentaria.

Resultados para la pregunta EQ4

EQ4: ¿Qué soluciones innovadoras existe en la industria de envases y embalajes?

En la figura 4 se muestra que la mayoría de los artículos se centran en los envases activos e inteligentes (13), seguido de los envases con propiedades funcionales que se encuentran en 11 artículos y los biodegradables (7), mientras que las tecnologías de conservación aparecen en 6 publicaciones. Todas estas investigaciones reflejan un avance significativo en la industria, priorizando la preservación de los alimentos junto con la sostenibilidad y funcionalidad de los envases.

Stoma y Dudziak (2022) y Chau-sali *et al.* (2022) coinciden en que los envases activos interactúan con los alimentos para prolongar su frescura mediante sensores que monitorean cambios en el entorno, ofreciendo información

en tiempo real para prevenir desperdicios y mantener la calidad. No obstante, mientras los primeros destacan la detección de cambios, los segundos amplían el enfoque a la liberación o absorción de compuestos como antioxidantes o antimicrobianos, lo que evidencia una diversificación entre monitoreo e intervención activa. Un ejemplo son las películas comestibles antioxidantes a base de residuos de soja, propuestas como envases activos veganos para productos perecederos. De forma complementaria, se han desarrollado envases con extractos naturales de residuos alimentarios y hojas de *Moringa oleifera*, que prolongan la vida útil y preservan la calidad y seguridad de los alimentos (Barzan *et al.*, 2024). Ambos coinciden en la importancia de usar materiales sostenibles, aunque difieren en la aplicación de películas comestibles versus incorporación de extractos naturales como agentes activos.

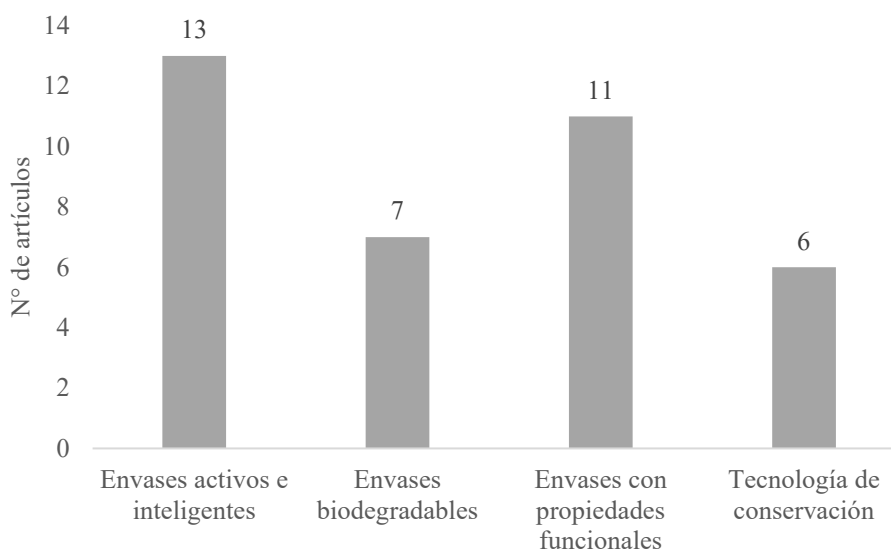


Figura 4: Soluciones innovadoras para los envases en la industria alimentaria

En envases biodegradables, el quitosano se emplea como matriz biopolimérica con propiedades barrera y biodegradabilidad, reutilizando residuos y favoreciendo la economía circular (Tkaczewska *et al.*, 2023). De forma complementaria, los envases activos con extractos naturales prolon-

gan la vida útil de los alimentos y contribuyen a la sostenibilidad al usar materiales renovables (Barzan *et al.*, 2024). Mientras Tkaczewska *et al.* destacan el efecto barrera, Barzan *et al.* resaltan la interacción activa con los alimentos, evidenciando enfoques distintos dentro del mismo campo.

Cazón *et al.* (2022) destacan el uso de biopolímeros y marcos metal-orgánicos (MOFs) como barreras contra la permeabilidad al vapor de agua y contaminantes, mejorando la conservación y reduciendo el uso de plásticos derivados del petróleo. La incorporación de MOFs supone un avance frente a biopolímeros tradicionales, aunque plantea retos de costo y complejidad de fabricación poco abordados en otros estudios. La innovación en envases para la industria alimentaria ha generado una variedad de soluciones que abordan tanto la seguridad alimentaria como la sostenibilidad.

DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

El diseño de envases innovadores enfrenta desafíos como la compatibilidad de nuevos materiales con biopolímeros, los altos costos de producción de envases inteligentes y activos, y la necesidad de evaluar su viabilidad comercial y aceptación del consumidor. Además, la baja conciencia sobre estas tecnologías y las estrictas normativas pueden retrasar su adopción. No obstante, avances como la nano encapsulación de aditivos, bioenvases, y la integra-

ción de inteligencia artificial y blockchain ofrecen oportunidades para poder mejorar la trazabilidad, seguridad y sostenibilidad. Futuras investigaciones deberían enfocarse en soluciones que garanticen la seguridad alimentaria, sean sostenibles y aumenten la confianza del consumidor, como etiquetas inteligentes que informen en tiempo real la calidad del producto.

CONCLUSIONES

La revisión sistemática revela una tendencia hacia la innovación tecnológica y la sostenibilidad en envases y embalajes alimentarios. La incorporación de propiedades antimicrobianas, antioxidantes y barrera ha demostrado mejorar la vida útil, la seguridad y calidad de los alimentos. Asimismo, el uso de los sensores y tecnologías inteligentes permite el monitoreo más preciso, favoreciendo la frescura y la prevención de contaminación. No obstante, persisten desafíos como los altos costos y la complejidad de producción, la seguridad de materiales emergentes como nanopartículas, y la limitada aceptación y conocimiento del consumidor, lo que puede restringir su adopción a gran escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abejón, R., Bala, A., Vázquez-Rowe, I., Aldaco, R., y Fullana-i-Palmer, P. (2020). When plastic packaging should be preferred: Life cycle analysis of packages for fruit and vegetable distribution in the Spanish peninsular market. *Resources, Conservation, and Recycling*, 155(104666), 104666. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104666>
- Ameri, M., Ajji, A., y Kessler, S. (2024). Characterization of a Food- Safe Colorimetric Indicator Based on Black Rice Anthocyanin/PET Films for Visual Analysis of Fish Spoilage. *Packaging Technology and Science*, 37(8), 769–780. <https://doi.org/10.1002/pts.2824>
- Anjali, M. K., Bharath, G., Rashmi, H. M., Avinash, J., Naresh, K., Raju, P. N., y Raghu, H. V. (2022). Polyaniline-Pectin nanoparticles immobilized paper based colorimetric sensor for detection of Escherichia coli in milk and milk products. *Current Research in Food Science*, 5, 823–834. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.04.006>
- Arumugam, S., Kandasamy, J., Thiyaku, T., y Saxena, P. (2022). Effect of Low Concentration of SiO₂ Nanoparticles on Grape Seed Essential Oil/PBAT Composite Films for Sustainable Food Packaging Application. *Sustainability*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/su14138073>

- Asensio, E., Montañés, L., y Nerín, C. (2020). Migration of volatile compounds from natural biomaterials and their safety evaluation as food contact materials. *Food and Chemical Toxicology*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111457>
- Ban, G.-H., Li, Y., Wall, M. M., y Jun, S. (2020). A nanoengineered stainless steel surface to combat bacterial attachment and biofilm formation. *Foods*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/foods9111518>
- Barzan, G., Sacco, A., Giovannozzi, A. M., Portesi, C., Schiavone, C., Salafranca, J., Wrona, M., Nerín, C., y Rossi, A. M. (2024). Development of innovative antioxidant food packaging systems based on natural extracts from food industry waste and Moringa oleifera leaves. *Food Chemistry*, 432. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137088>
- Bassey, A. P., Chen, Y., Boateng, E. F., Zhang, Y., Diao, X., Nasiru, M., Tang, C., Ye, K., Li, C., y Zhou, G. (2022). Evaluation of physicochemical, microbiological, and sensory profiles of vacuum-packed cooked low-salt pork belly under refrigeration and room-temperature storage. *LWT*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113847>
- Benítez, M., Zubiarte, P., Socorro-Lerános, A. B., y Matias, I. R. (2023). Lossy mode resonance-based optical immunosensor towards detecting gliadin in aqueous solutions. *Food Control*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109624>
- Brzezińska, R., Górská, A., Wirkowska-Wojdyła, M., y Piasecka, I. (2023). Response Surface Methodology as a Tool for Optimization of Extraction Process of Bioactive Compounds from Spent Coffee Grounds. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/app13137634>
- Carrera-Rivera, A., Ochoa-Agurto, W., Larrinaga, F., y Erle, G. L. (2022). How-to Conduct a Systematic Literature Review: a quick guide for computer science research. *MethodsX*, 9, 101895. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101895>
- Cazón, P., Morales-Sanchez, E., Velazquez, G., y Vázquez, M. (2022). Measurement of the Water Vapor Permeability of Chitosan Films: A Laboratory Experiment on Food Packaging Materials. *Journal of Chemical Education*, 99(6), 2403–2408. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00449>
- Chausali, N., Saxena, J., y Prasad, R. (2022). Recent trends in nanotechnology applications of bio-based packaging. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100257>
- Dai, Y. (2023). Research on the design of green and low-carbon food packaging based on artificial intelligence technology. *Global Nest Journal*, 25(5), 90–97. <https://doi.org/10.30955/gnj.004705>
- Ede, J. D., Ong, K. J., Muleños, M. R., Pradhan, S., Gibb, M., Sayes, C. M., y Shatkin, J. A. (2021). Physical, chemical, and toxicological characterization of sulfated cellulose nanocrystals for food-related applications using in vivo and in vitro strategies. *Toxicology Research*, 9(6), 808–822. <https://doi.org/10.1093/TOXRES/TFAA082>
- Fan, Y., Xu, Q., Ren, K., Zhai, M., Xing, G., Song, Y., y Zhu, Y. (2024). Research on pH-responsive antibacterial materials using citral-modified zinc oxide nanoparticles. *Food Quality and Safety*, 8. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyae010>

- Gil, M. I. (2022). Innovative and sustainable solutions to reduce postharvest losses. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 8(2–3), 173–183. <https://doi.org/10.1504/IJPTI.2022.121878>
- Gobierno Regional de Huancavelica. (2022). Plan de acción regional de seguridad ciudadana de Huancavelica 2022.
- Iftekhar, A., Cui, X., Hassan, M., y Afzal, W. (2020). Application of Blockchain and Internet of Things to Ensure Tamper-Proof Data Availability for Food Safety. *Journal of Food Quality*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5385207>
- Izaguirre Torres, D., y Ruiz Santillan, M. P. (2023). La ética en la neurociencia aplicada a alimentos: Un análisis bibliométrico. *Manglar*, 20(2), 185–191. <https://doi.org/10.57188/manglar.2023.021>
- Kaur, H., Siwal, S. S., Chauhan, G., Saini, A. K., Kumari, A., y Thakur, V. K. (2022). Recent advances in electrochemical-based sensors amplified with carbon-based nanomaterials (CNMs) for sensing pharmaceutical and food pollutants. *Chemosphere*, 304. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135182>
- Kumar, I., Rawat, J., Mohd, N., y Husain, S. (2021). Opportunities of Artificial Intelligence and Machine Learning in the Food Industry. *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/4535567>
- Liu, L., Huang, X., Geng, F., y Huang, Q. (2022). Optimization of preparation process of egg white protein/κ-carrageenan composite film. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(9). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16167>
- Lohmann, P. A., Albuquerque, C., y Machado, R. (2023). Systematic Literature Review of Threat Modeling Concepts. *International Conference on Information Systems Security and Privacy*, 163–173. <https://doi.org/10.5220/0011783000003405>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2019). MINAGRI alista reglamento que promueve reducción y prevención de pérdidas y desperdicios de alimentos.
- Ministério Do Meio (2021). Ministério Do Meio Ambiente - Impacto das Embalagens no Meio Ambiente.
- Nájera, A. I., Murua, M., Martínez, O., Albisu, M., y Barron, L. J. R. (2024). A Sustainable Material for Sheep's Cheese Wedges Stored under Different Atmosphere Conditions. *Foods*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/foods13091423>
- Negro, P., y Pons, C. (2022). Artificial Intelligence techniques based on the integration of symbolic logic and deep neural networks: A systematic literature review. *Inteligencia Artificial*, 25(69), 13–41. <https://doi.org/10.4114/intartif.vol25iss69pp13-41>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). 1 300 millones de toneladas de alimentos se pierden cada año.
- Paucarchuco Soto, J., y Vilchez De la Cruz, J. E. (2024). Aplicación alimentaria de la quinua germinada y valorización de sus propiedades nutricionales, biológicas y funcionales: Una revisión sistemática. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(2), 105–118. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.599>
- Popa, A., Hnatiuc, M., Paun, M., Geman, O., Hemanth, D. J., Dorcea, D., Son, L. H., y Ghita, S. (2019). An intelligent IoT-based food quality monitoring approach using low-cost sensors. *Symmetry*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/sym11030374>

- Ronzoni, M., Accorsi, R., Guidani, B., y Manzini, R. (2022). Economic and environmental optimization of packaging containers choice in Food Catering Supply Chain. *Transportation Research Procedia*, 67, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.12.047>
- Rothwell, J. G., Hong, J., Morrison, S. J., Nilesh Vyas, H. K., Xia, B., Mai-Prochnow, A., McConchie, R., Phan-Thien, K.-Y., Cullen, P. J., y Carter, D. A. (2023). An Effective Sanitizer for Fresh Produce Production: In Situ Plasma-Activated Water Treatment Inactivates Pathogenic Bacteria and Maintains the Quality of Cucurbit Fruit. *Microbiology Spectrum*, 11(4). <https://doi.org/10.1128/spectrum.00034-23>
- Sezer, Ö., Başer, D. A., Öztora, S., Çaylan, A., y Dağdeviren, N. (2022). The importance of keywords and references in a scientific manuscript. *Eurasian journal of family medicine*, 11(4), 185-188. <https://doi.org/10.33880/ejfm.2022110401>
- Sharma, S., Sharma, N., y Kaushal, N. (2023). Utilization of novel bacteriocin synthesized silver nanoparticles (AgNPs) for their application in antimicrobial packaging for preservation of tomato fruit. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1072738>
- Song, S. H., Bae, M., y Oh, J. K. (2024). Durable Surface Modification of Low-Density Polyethylene/Nano-Silica Composite Films with Bacterial Antifouling and Liquid-Repelling Properties for Food Hygiene and Safety. *Polymers*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/polym16020292>
- Stoma, M., y Dudziak, A. (2022). Eastern Poland Consumer Awareness of Innovative Active and Intelligent Packaging in the Food Industry: Exploratory Studies. *Sustainability (Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/su142013691>
- Tkaczewska, J., Jamróz, E., Zajac, M., Guzik, P., Derbew Gedif, H., Turek, K., y Kopeć, M. (2023). Antioxidant edible double-layered film based on waste from soybean production as a vegan active packaging for perishable food products. *Food Chemistry*, 400. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134009>
- Wrona, M., Román, A., Song, X.-C., Nerín, C., Dreolin, N., Goshawk, J., y Asensio, E. (2023). Ultra-high performance liquid chromatography coupled to ion mobility quadrupole time-of-flight mass spectrometry for the identification of non-volatile compounds migrating from ‘natural’ dishes. *Journal of Chromatography A*, 1691. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2023.463836>

Declaración de roles de autores:

- Raquel Veliz: Recursos, conceptualización, redacción, investigación, borrador original.
- Yaser Chávez: Recursos, conceptualización, redacción, investigación, borrador original.
- Crhstian Larrea: Conceptualización, administración del proyecto, redacción, validación, visualización, metodología.
- Daniel Alvarado: Supervisión, conceptualización; metodología; revisión y edición final.
- David Callirgos: Supervisión, conceptualización; metodología; software; borrador original.