

# Impacto de las películas comestibles como alternativa de envase de alimentos

## *Impact of edible films as an alternative food packaging alternative*

 Nelssi Chamorro<sup>1</sup>

 Soledad Yalupalin<sup>1</sup>

 Christian Larrea<sup>1</sup>

 Daniel Alvarado<sup>2</sup>

 David Callirgos<sup>3</sup>

crhistian.larrea@unat.edu.pe 

- 1.- Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
- 2.- Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Perú
- 3.- Facultade de Agronomía Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Río Grande del Sur, Brasil

Recibido: 22/11/2024

Revisado: 15/12/2024

Aceptado: 20/12/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto de las películas comestibles como una alternativa sostenible y biodegradable para el envasado de alimentos, en respuesta a la creciente contaminación por plásticos. El objetivo es analizar la eficacia de estas películas en sostenibilidad, multifuncionalidad y reducción del desperdicio alimentario. Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura (RSL) en bases de datos científicas, seleccionando estudios relevantes publicados entre 2019 y 2024 mediante criterios específicos y las metodologías PICOC, BIBLIOMETRIX y PRISMA. Los resultados revelan que el 64,29 de los estudios considera que las películas comestibles son beneficiosas, destacando no solo por ser biodegradables, sino también por su capacidad para proteger los alimentos, prolongar su vida útil y reducir la contaminación ambiental. Además, se resalta su funcionalidad antimicrobiana y antioxidante, utilizando materiales como gelatina, quitosano y otros polímeros naturales. En conclusión, las películas comestibles son una solución prometedora para reducir la contaminación plástica y mejorar la conservación de alimentos, presentándose como una alternativa ecológica en la industria de envases. Sin embargo, es necesaria más investigación para optimizar su producción y eficacia en diversas aplicaciones.

**Palabras clave:** Películas comestibles; contaminación ambiental; alternativa sostenible; biodegradable.

### ABSTRACT

This study evaluates the impact of edible films as a sustainable and biodegradable alternative for food packaging in response to increasing plastic pollution. The objective



is to analyze the effectiveness of these films in sustainability, multifunctionality and food waste reduction. A systematic literature review (SLR) was conducted in scientific databases, selecting relevant studies published between 2019 and 2024 using specific criteria and PICOC, BIBLIOMETRIX and PRISMA methodologies. The results reveal that 64.29 % of the studies consider edible films to be beneficial, standing out not only for being biodegradable, but also for their ability to protect food, prolong its shelf life and reduce environmental contamination. In addition, their antimicrobial and antioxidant functionality is highlighted, using materials such as gelatin, chitosan and other natural polymers. In conclusion, edible films are a promising solution to reduce plastic pollution and improve food preservation, presenting themselves as an environmentally friendly alternative in the packaging industry. However, more research is needed to optimize their production and efficacy in various applications.

**Keywords:** Edible films; environmental pollution; sustainable alternative; biodegradable; biodegradable.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han incrementado restricciones para el uso de plásticos debido al creciente problema de la contaminación ambiental (Suresh, 2021), por ello la industria de envases y embalajes busca lograr una producción sostenible y una de las grandes alternativas es que las películas comestibles sustituyan los plásticos por ser biodegradables, multifuncionales (Athanasopoulou *et al.*, 2024). La importancia de estas películas radica en que son elaboradas a partir de polímeros naturales (proteínas, polisacáridos), incluso algunos residuos de alimentos como cáscaras de esta manera reduciendo el desperdicio mundial de alimentos (Schmoldt *et al.*, 2024). Se estima que cada año se pierden 121 kg de alimentos por persona en todo el mundo, de todo esto la mayor parte se pierde en los hogares (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

La producción mundial de plástico cada año es de 400 millones de toneladas, de los cuales 162 millones de toneladas son producidas por la industria de envases y embalajes. Esto genera un

problema ambiental, debido a que el plástico es un material no biodegradable, tarda en descomponerse generando estragos ambientales (residuos sólidos indestructibles), tóxico, contribuye al desperdicio alimentario (Merino *et al.*, 2024).

En el Perú se usan 3 millones de bolsas en un solo año, por otro lado, ya existe un decreto supremo que promueve reducir y reemplazar el plástico por material reutilizable, biodegradable, que su degradación no cause contaminación de microplásticos (MINAM, 2019), es por eso que la tecnología busca materiales de envasado antibacterianos y biocompatibles que alargue la vida útil del alimento y colabore con el medio ambiente. también se viene explorando nuevos ingredientes para su elaboración en ello también está incluido compuestos biodegradables como lo señala, Solano *et al.*, 2018. Las películas comestibles de embalaje evitan el contacto directo entre los alimentos y el material de embalaje, reduciendo la contaminación y mejorando la seguridad alimentaria (Tang *et al.*, 2024).

Esta tecnología está ganando popularidad como una alternativa sostenible a los envases tradicionales, debido a que tiene capacidad de reducir residuos de envases plásticos y mejorar la seguridad alimentaria, por lo que ha experimentado un rápido avance en los últimos años, ya que se han desarrollado nuevas formulaciones, métodos de fabricación y aplicaciones que no han sido completamente documentadas en revisiones anteriores,

La presente revisión tiene como objetivo determinar el impacto del lanzamiento de películas comestibles como alternativa de envasado de alimentos, en la industria alimentaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se identificaron 124 artículos en la base de datos de Scopus pertinentes al tema. Luego, se empleó el modelo PICOC para desglosar el tema de investigación en palabras clave, con el fin de realizar una búsqueda más exhaustiva en la base de datos de Scopus.

### Metodología PICOC

La revisión sistemática de la literatura (RSL) se diferencia de las revisiones narrativas tradicionales por su enfoque replicable, científico y transparente. Su objetivo es recopilar todos los documentos y publicaciones pertinentes que cumplan con criterios de inclusión predefinidos para abordar una pregunta de investigación específica. Cuando se lleva a cabo correctamente y con mínimos errores, una RSL puede proporcionar resultados y conclusiones confiables que asisten a los tomadores de decisiones y a los profesionales científicos en sus acciones. (Mengist, *et al.*, 2020)

## Pregunta General

Q1: ¿Cuál es el impacto de las películas comestibles elaboradas con fuentes naturales, como alternativa sostenible para sustituir los envases plásticos de alimentos?

## Preguntas específicas

EQ1: ¿Qué son las películas comestibles?

EQ2: ¿Cuáles son las fuentes naturales que se emplean para la elaboración de películas comestibles?

EQ3: ¿Por qué los envases de plástico deben ser sustituidos?

EQ4: ¿Por qué las películas comestibles son alternativas sostenibles para el envasado de alimentos?

Se usaron palabras claves en español e inglés en función a las preguntas planteadas, para direccionar mejor la búsqueda se combinó las palabras claves con operadores booleanos, asimismo el uso de la base de datos IATE (Terminología Interactiva para Europa), para usar las palabras claves de una manera estándar y realizar una búsqueda organizada en la base de datos (Abdul *et al.*, 2024).

Los operadores booleanos son una herramienta muy importante para la literatura científica ya que permite perfeccionar resultados de las búsquedas ellos son “AND”, “OR” Y “NOT”, demuestra la posibilidad de ampliar, limitar y definir las búsquedas ayuda a suprimir los resultados que no tiene relación con la temática estudiada (Abdul *et al.*, 2024). Se seleccionaron los artículos con relación al tema de investigación para cada criterio en la matriz PICOC.

### Formulación / selección de ecuaciones y motores de búsqueda

Se usó la base de datos SCOPUS considerada la mayor base de datos multidisciplinaria existente.

A continuación, se muestran las palabras claves con los operadores (AND, NOT y OR) y los términos en comillas para una búsqueda más sistematizada, limitada, versátil.

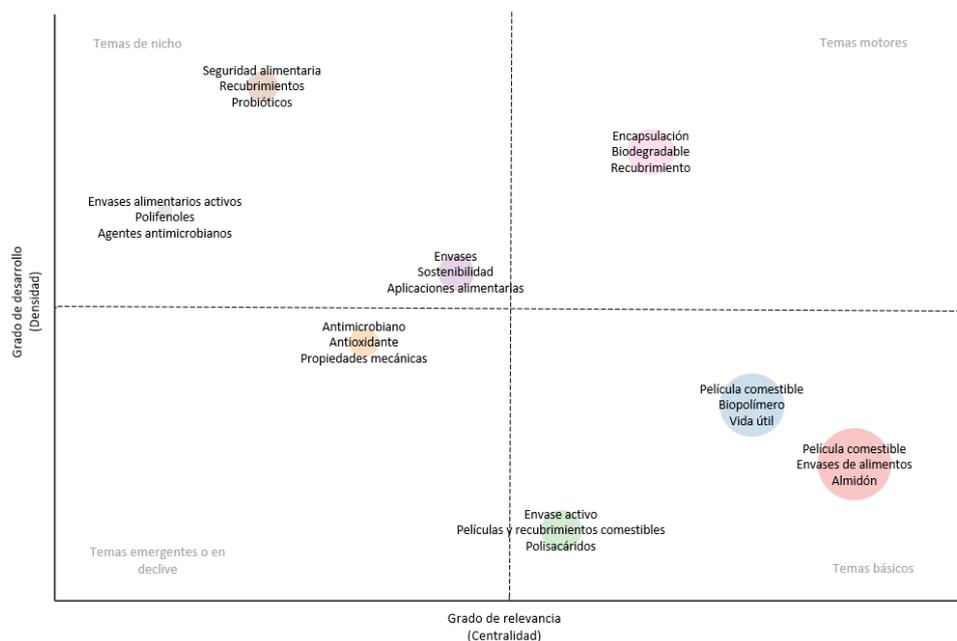
**Tabla 1.**  
*Ecuaciones de búsqueda*

Palabras /ecuación de búsqueda	Número de artículos
("Sustainable" or "Packaging" or "Food" or "Environmental Problems" or "Plastic" or "edible film" or "Non-biodegradable" or "Food Industry") AND ("Edible films" OR "Food packaging" OR "Conservation" OR "Environmental viability" OR "Acceptance") AND ("Natural sources" OR "biopolymers" OR "edible films" OR "biodegradable packaging") AND ("Substitution" OR "plastic containers" OR "edible films" "shelf life" OR "waste" OR "foods") AND ("Biodegradable packaging" OR "food industry " OR "food innovation" OR “sustainable production”)	128

### Análisis Bibliometrix

Bibliometrix (lenguaje R) es reconocido como una herramienta altamente eficaz para analizar volúmenes extensos de datos con el propósito

de organizar marcos conceptuales e intelectuales mediante el examen de datos cuantitativos y sus representaciones visuales (Campina, *et al.*, 2024).



**Figura 1.** Mapa temático de palabras clave

## Resultados del análisis bibliométrico en r Studio

Los resultados del análisis bibliométrico en r studio, nos dan el alcance de una evolución en la tasa de crecimiento de artículos publicados, que en porcentaje lo podemos expresar como 14,47 %, asimismo podemos visualizar la relación de las palabras claves con los años de publicación de cada investigación, que van desde los años 1996 hasta el 2024; el tamaño de cada nodo indica la frecuencia con la que esa palabra clave aparece en los documentos.

### Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión se definen por los autores en

la elaboración de una RSL para evitar posibles sesgos, los CI y CE deben construirse a priori y deben ser bien específicos, si se definen criterios muy amplios el argumento de los resultados serán complicados, la selección de artículos se hará bajo los criterios de tipo de idioma, fuente de impacto, acceso libre, año de publicación (Khan *et al.*, 2022).

Para esta investigación, se consideró como criterio número 1 de inclusión la búsqueda de artículos científicos de los últimos 5 años (2019-2024) para de esta manera tener información actualizada. En la tabla 2 se muestran los 6 criterios de inclusión y 1 criterio de exclusión relacionado al tema de esta RSL.

**Tabla 2.**  
*Criterios de búsqueda de artículos científicos (PRISMA)*

Tipo	Criterios de inclusión	Tipo	Criterios de exclusión
CI1	Artículo de los últimos 5 años (2019 – 2024)	CE1	Artículos con antigüedad máxima de 5 años
CI2	Área temática: química, ciencias biológicas y agrícolas, ciencias ambientales, ingeniería		
CI3	Tipo de documento: Artículo		
CI4	Palabras clave: películas comestibles, envasado de alimentos, quitosano, biopolímeros, almidón, películas comestibles, embalaje, vida útil.		
CI5	Idioma: inglés		
CI6	Acceso Abierto		

Después de realizar una búsqueda minuciosa en la base de datos SCOPUS y con la ayuda del diagrama prisma con los filtros de criterios de inclusión y exclusión mostrados en la tabla 3, resultó 4 690 inicialmente, en registros duplicados se tiene 0 debido a que solo se trabajó con SCOPUS, por ello en los

registros cribados se sigue presentando 469, aplicando metodología PICOC juntamente con los criterios de inclusión y exclusión: CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, la misma manera los criterios de exclusión CE1, se tuvo como resultado 42 artículos para realizar la RSL tal como se muestra en la figura 2.

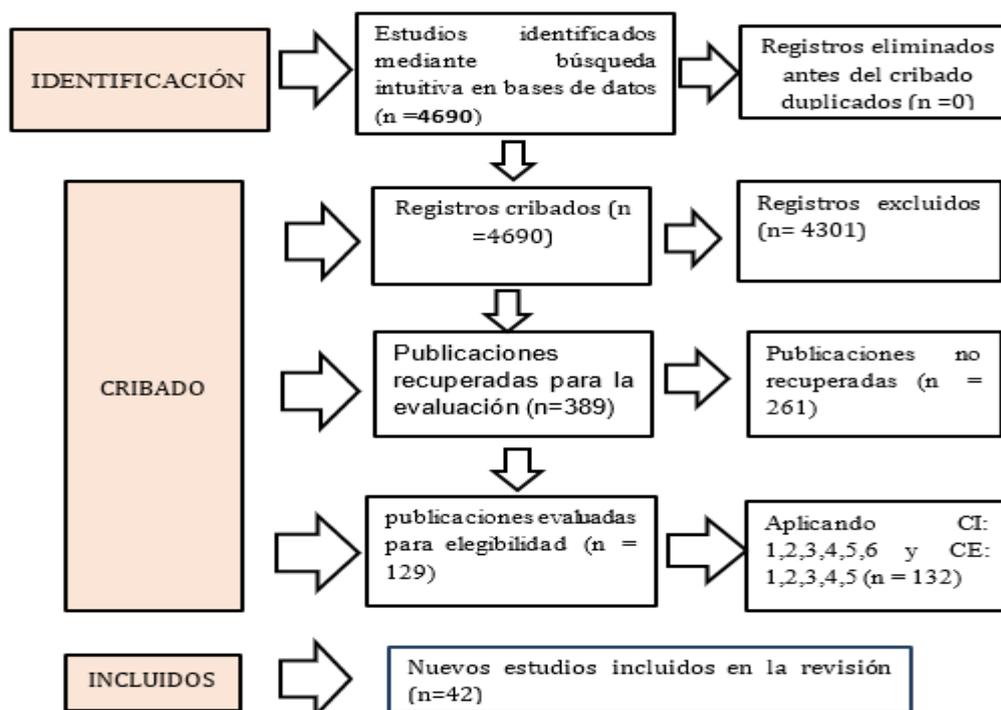


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 1. Resultado del año de publicación de las investigaciones

En el 2021 se han registrado 12 documentos publicados acerca del tema de investigación y en porcentajes representa el 28,6 % del total de publicaciones; superior a los otros estudios que también fueron publicados años anteriores y posteriores. Con este resultado podemos llegar a la conclusión, de que el presente tema de investigación es un tema estudiado reciente, ya que posterior a este año ya existen investigaciones trabajando en este tema.

### 2. Resultados del número de artículos publicados en cada país a nivel mundial

Según los resultados obtenidos la India representa la mayoría de las publicaciones con 5 documentos publicados (7,14 %), seguido por Brasil con 4 publicaciones (5,71 %), después Arabia Saudita, malasia, Irán, Indonesia, Porcelana y Reino Unido con 3 publicaciones cada uno de ellos (12,87 %), luego Pavo, España, Portugal, Omán, México, Argentina, con 2 publicaciones cada uno (21,06 %) y otros países con una publicación (26,25 %).

### 3. Resultados de las preguntas formuladas con la metodología PICOC

1: ¿Cuál es el impacto de las películas comestibles elaboradas con fuentes naturales, como alternativa sostenible para sustituir los plásticos como envase de alimentos?

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que en 27 artículos mencionan que el uso de películas comestibles como envase de alimentos presentan un impacto positivo en el mundo actual, esta cantidad de artículos es en porcentaje el 64,29 %, lo que nos da a entender que más de la mitad de artículos que tenemos están de acuerdo o es que tienen un concepto en común que las películas comestibles, es una alternativa aceptable como envase de alimentos; por otra parte tenemos 15 artículos que representan el 25, 71 % del total de artículos, que no definen que el uso de películas comestibles tenga un impacto positivo, pero tampoco mencionan que sea de impacto negativo su uso en los alimentos y por último no tenemos artículos que afirman que el uso de películas comestibles tengan un impacto negativo en el mundo actual. Las películas comestibles y los sistemas de empaque sustentable buscan reducir el uso de plásticos de un solo uso, promoviendo alternativas biodegradables; estos mejoran la conservación de alimentos perecederos y secos, los sistemas de empaque sustentable combinan materiales biopoliméricos y sintéticos para un diseño funcional. Ambas soluciones contribuyen significativamente a la disminución de la contaminación plástica, promoviendo una transición hacia prácticas más sostenibles en la industria del empaque.

Según de Souza *et al.*, 2024; las películas comestibles basadas en antocianinas y Disolventes Eutécticos Profundos (DES) no solo ofrecen una solución ecológica para la industria del empaque de alimentos, sino que también presentan características físicas y de estabilidad que las hacen viables y efectivas en la práctica. Por su parte Aziza *et al.*, 2023 menciona que las películas comestibles de fuentes naturales representan una alternativa sostenible a los envases plásticos, mejorando la conservación de los alimentos y reduciendo el impacto ambiental asociado con el uso de plásticos de un solo uso. De igual modo Pavlatkova *et al.*, 2023 afirma que las películas comestibles elaboradas con biopolímeros como la zeína y el quitosano, junto con sustancias antimicrobianas naturales como los aceites esenciales, representan una alternativa sostenible y efectiva a los envases plásticos de alimentos. Estas soluciones no solo ofrecen propiedades de barrera y conservación, sino que también contribuyen a la reducción del uso de aditivos químicos, promoviendo una opción más ecológica y segura para el envasado de alimentos. Estos autores destacan que las películas comestibles mejoran la conservación de alimentos, ofreciendo propiedades de barrera y estabilidad.

Mientras que por su parte Terzioglu *et al.*, 2024 menciona que; las películas comestibles y las diversas soluciones categorizadas para la contaminación por plásticos son complementarias en la búsqueda de una industria del embalaje más sostenible y menos dependiente del plástico convencional. Por su parte Gamboni *et al.*, 2023 afirma que las películas comestibles elaboradas con fuentes naturales y el diseño de sistemas de empaque sustentable para

alimentos secos, como el café instantáneo, comparten la meta de reducir el desperdicio de plásticos y mejorar la sostenibilidad en la industria alimentaria. Gamboni *et al.*, 2023; Aziza *et al.*, 2023 y Pavlatkova *et al.*, 2023 coinciden en el uso de fuentes naturales para las películas comestibles, lo que resalta su enfoque en soluciones ecológicas. Terzioglu *et al.*, 2024 subrayan que las películas comestibles y otras soluciones son complementarias en la lucha contra la contaminación por plásticos, mientras que otros autores, como De Souza *et al.*, 2024 y Pavlatkova *et al.*, 2023, se enfocan más en la viabilidad de las películas comestibles como una solución única y efectiva.

## Resultados para la pregunta EQ1

### EQ1: ¿Qué son las películas comestibles?

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que mayormente se consideran como recubrimientos a las películas comestibles, siendo este término la definición en 11 artículos, con un porcentaje de 42,31 %, este resultado es mayor en comparación a los otros dos que son; material comestible con 8 artículos siendo el 30.77% y la definición de envases con 7 artículos, siendo el 26,92 % del total de artículos analizados; sin embargo la cifra mayor no representa más del 50 % pero aun así es el termino con en que mayormente se define a las películas comestibles.

Según Phengnoi *et al.*, 2023 define a las películas comestibles como una tecnología novedosa utilizada para prolongar la vida útil de los alimentos, mejorando sus propiedades como la permeabilidad al vapor de agua y la reducción de la pérdida de peso en productos como la guayaba. Asimismo, Atta *et al.*, 2021 enfatizan que las películas

comestibles de celulosa bacteriana y levadura ofrecen alta solubilidad en agua y actividad antimicrobiana, mejorando la vida útil y calidad de frutas como naranjas y tomates. Phengnoi *et al.*, 2023 y Atta *et al.*, 2021, coinciden en que las películas comestibles se utilizan para prolongar la vida útil de los alimentos. Phengnoi *et al.*, 2023 se enfoca en la guayaba, mejorando la permeabilidad al vapor de agua y reduciendo la pérdida de peso, mientras que Atta *et al.*, 2021 destacan su aplicación en frutas como naranjas y tomates, resaltando la alta solubilidad en agua y actividad antimicrobiana.

Por su parte Otálora *et al.*, 2022 menciona que las películas comestibles se desarrollan a partir de almidón de yuca y micropartículas de vegetales, estas películas mejoran la tensión de ruptura y el ángulo de contacto, y pueden utilizarse para detectar el deterioro de alimentos envasados. Asimismo, Pavlatkova *et al.*, 2023 afirma que las películas comestibles son elaboradas a partir de biopolímeros como la zeína y el quitosano, estas películas tienen propiedades formadoras de películas y pueden incluir aceites esenciales como antimicrobianos naturales. Otálora *et al.*, 2022 y Pavlatkova *et al.*, 2023 discuten sobre los materiales utilizados para crear las películas comestibles. Otálora *et al.*, 2022 se centran en el almidón de yuca y micropartículas de vegetales, mientras que Pavlatkova *et al.*, 2023 se enfocan en biopolímeros como la zeína y el quitosano. Ambos estudios subrayan la importancia de los materiales naturales y su funcionalidad mejorada. Gamboni *et al.*, 2023 añade que las películas comestibles son utilizadas como empaque primario para alimentos secos como el café instantáneo, con propiedades de resistencia a la tracción y

al sellado térmico. Gamboni *et al.*, 2023 y Otálora *et al.*, 2022 tratan las aplicaciones específicas y las propiedades mecánicas de las películas comestibles. Gamboni *et al.*, 2023 mencionan su uso como empaque primario para alimentos secos, como el café instantáneo, destacando la resistencia a la tracción y al sellado térmico. Otálora *et al.*, 2022 también tocan aspectos mecánicos como la tensión de ruptura y el ángulo de contacto.

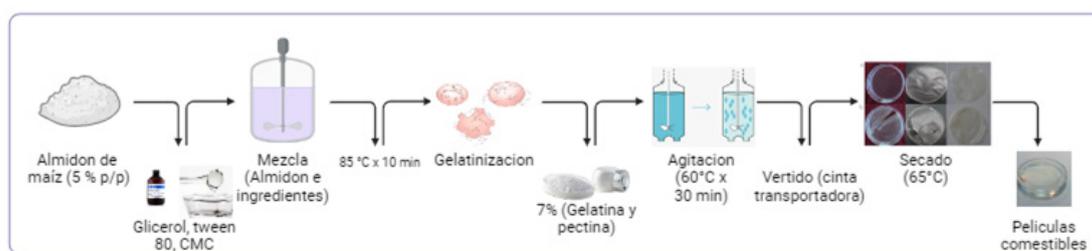
Por otra parte, Suresh *et al.*, 2021 refieren que las películas comestibles están diseñadas con características multifuncionales que incluyen biodegradabilidad, actividad antimicrobiana y biocompatibilidad, con potencial para reemplazar materiales plásticos. Asimismo, Al-Harrasi *et al.*, 2022 concluye que las películas comestibles están desarrolladas con quitosano, porfiriano y aceite esencial de jengibre, mejorando propiedades de barrera, térmicas, ópticas y mecánicas, además de tener efectos antioxidantes.

Suresh *et al.*, 2021 y Al-Harrasi *et al.*, 2022 destacan las propiedades multifuncionales de las películas comestibles, como la biodegradabilidad y la actividad antimicrobiana. Suresh *et al.*, 2021 se centran en la capacidad de estas películas para reemplazar materiales plásticos, mientras que Al-Harrasi *et al.*, 2022 enfatizan las mejoras en las propiedades de barrera, térmicas, ópticas y mecánicas, además de los efectos antioxidantes.

## Resultados para la pregunta EQ2

### EQ2: ¿Cuáles son las fuentes naturales que se emplean para la elaboración de películas comestibles?

De acuerdo a los resultados obtenidos de las distintas fuentes naturales para la elaboración de películas comestibles en la figura 3 se puede observar que lo es más usado es fuentes vegetales, que simboliza un (52,63 %), luego se encuentra gelatina y quitosano (31,58 %) y finalmente las fuentes de animales (15,79 %).



**Figura 3.** Proceso de elaboración de películas comestibles

Chen *et al.*, 2024 quienes investigaron el uso de cáscaras de mango y polifenoles del té para crear películas antibacterianas. Estas películas demostraron una mayor densidad y mejoras significativas en la barrera contra el vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono. La combinación de cáscaras de mango y polifenoles del té permitió mantener el color y la textura de la carne de pechuga de

pollo, inhibiendo el crecimiento microbiano y extendiendo la vida útil del producto. Mientras Han *et al.*, 2023 desarrollaron una película compuesta comestible utilizando zeína, goma laca y curcumina. La adición de curcumina mejoró notablemente la barrera contra el vapor de agua, la solubilidad en agua y las propiedades antioxidantes de la película. Además, las películas mostraron una capacidad de respuesta al pH y efectos

inhibidores sobre *E. coli*, proporcionando una nueva estrategia para el desarrollo de envases alimentarios funcionales. Por su parte Mondal *et al.*, 2022 exploraron el uso de biomasa de algas verdes desaceitadas y quitosano para crear películas comestibles. Utilizaron un extracto etanólico de algas crudas, logrando mejorar la resistencia a la tracción, la actividad antioxidante y la permeabilidad al vapor de agua de las películas. Este enfoque ecológico proporcionó una solución sostenible para prolongar la vida útil de productos frescos como los chiles verdes. Asimismo, Kaur *et al.*, 2024 investigaron la combinación de gel de aloe vera y quitosano para formar películas comestibles. Las formulaciones mejoraron las propiedades reológicas y antioxidantes, así como la solubilidad en agua y la permeabilidad al vapor de agua. Aplicadas a higos frescos, estas películas redujeron significativamente el crecimiento microbiano durante el almacenamiento en frío, demostrando ser una solución sostenible para la conservación de frutas frescas. Por otro lado, Bahar *et al.*, 2023 utilizaron gelatina, nanopartículas de óxido de zinc y nanofibras de quitosano para mejorar las propiedades mecánicas y de barrera de las películas comestibles. La combinación de estos materiales proporcionó capacidades antioxidantes y antibacterianas, mostrando un gran potencial como material funcional para el envasado de alimentos. Mientras que, Tien *et al.*, 2021 discutieron el uso del quitosano y nanopartículas para formar nanofibras con excelentes propiedades antioxidantes y antimicrobianas. El quitosano, a menudo mezclado con otros materiales para mejorar su procesabilidad, se destacó por sus propiedades intrínsecas útiles y su capacidad para formar películas comestibles efectivas para una

variedad de productos alimentarios. Por su parte Azizah *et al.*, 2023 evaluaron la combinación de gelatina de pescado, pectina y aceite esencial de limoncillo para desarrollar películas comestibles. Las películas resultantes mostraron mejoras en propiedades fisicoquímicas y actividad antibacteriana, siendo efectivas para preservar la calidad de la pechuga de pollo durante el almacenamiento. A su vez, Lima *et al.*, 2021 utilizaron galactomanano de *Caesalpinia pulcherrima* y aceite esencial de *Cymbopogon citratus* para recubrir quesos. Este recubrimiento mejoró la estabilidad microbiológica y fisicoquímica de los quesos durante el almacenamiento, demostrando ser una alternativa viable para la industria alimentaria. Y para finalizar Nigrum *et al.*, 2021 combinaron gelatina de piel de pescado con polvo de rosella, polvo de canela y aceite esencial de canela para desarrollar películas comestibles. Estas películas mostraron mejores propiedades fisicoquímicas y fueron efectivas como envase activo para el pan, destacándose por sus capacidades antioxidantes y antibacterianas.

Todos los estudios coinciden en el uso de materiales naturales y biodegradables. Chen *et al.*, 2024 y Azizah *et al.*, 2023 destacan el uso de residuos vegetales (cáscaras de mango y pectina), mientras que Mondal *et al.*, 2022, Tien *et al.*, 2021, y Bahar *et al.*, 2023 se enfocan en biopolímeros como el quitosano. Nigrum *et al.*, 2021 y Lima *et al.*, 2021 mencionan biopolímeros derivados de animales y plantas. Los antioxidantes de las películas. Chen *et al.*, 2024 y Han *et al.*, 2023 reportan mejoras significativas en la densidad y barrera contra el vapor de agua. Mondal *et al.*, 2022 y Kaur *et al.*, 2024 observan mejoras en propiedades

mecánicas y solubilidad con la adición de bioactivos. Las aplicaciones prácticas varían desde la preservación de pechuga de pollo, Chen *et al.*, 2024; Azizah *et al.*, 2023; chiles verdes (Mondal *et al.*, 2022), higos frescos

(Kaur *et al.*, 2024), hasta quesos (Lima *et al.*, 2021). Cada autor destaca cómo sus formulaciones específicas de películas comestibles pueden extender la vida útil y mantener la calidad de los productos alimenticios.

## ENVASES DE PELICULAS COMESTIBLES

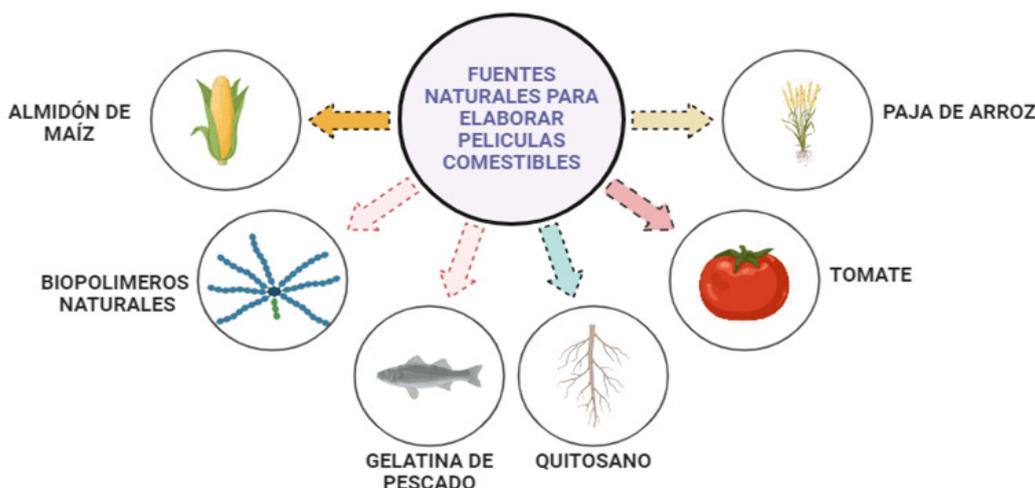


Figura 4. Fuentes naturales para elaborar películas comestibles

### Resultados para la pregunta EQ3

#### EQ3. ¿Por qué los envases de plástico deben ser sustituidos?

Los envases de plástico como se sabe son de un solo uso y en los últimos años su uso se ha visto impedido por el desafío de reducir y hasta eliminar su uso por su efecto negativo al medio ambiente, por otro lado, también puede afectar la salud humana debido a que tarda demasiado en descomponerse (Terzioglu *et al.*, 2024).

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se observa 2 motivos por las cuales debe ser sustituido los plásticos, lo cual se muestra que 15 investigaciones mencionan que no es biodegradable y es excesivamente contaminante que representa el (83,3 %) y por otro lado otros 3 mencionan que el

uso de plásticos contribuye al desperdicio alimentario simboliza (16,7 %).

Según Chen *et al.*, 2024 los envases fabricados de los plásticos tradicionales hechos de petróleo tienen debilidades, tarda demasiado tiempo en degradarse, es una fuente contaminante, contribuye a la degradación de alimentos después del envasado por lo tanto contribuye al desperdicio alimentario. Por otro lado, Gamboni *et al.*, 2023 asegura que los envases plásticos contribuyen al desperdicio alimentario debido a que hay facilidad para daños físicos, químicos del alimento contribuyendo al desperdicio de los alimentos, además de ello el uso de envases tradicionales explota a gran escala las fuentes renovables como el petróleo y entre otros. Bahar *et al.*, 2023 en su investigación afirma que las cifras de contaminación

medioambiental aumentaron en los últimos años debido al efecto del uso de bolsas plásticas por lo cual podemos decir que es un indicador para sustituir este material de envase. Adeyeye *et al.*, 2023 en su estudio concuerda con los autores anteriores, mencionando que en las últimas décadas el uso excesivo de materiales plásticos para envases se convirtió en una preocupación por los problemas medioambientales que causa por ese motivo se plantea su sustitución y eliminación. Suresh *et al.*, 2021 también menciona que en los últimos años la mayoría de los envases elaborados de plásticos convencionales han causado problemas ambientales y de sostenibilidad por lo que se busca reemplazar por envases biodegradables. Kuprina *et al.*, 2020 afirma que el plástico es accesible para todos, pero al mismo tiempo es perjudicial para el medio ambiente debido al efecto contaminante que este tiene, debido a que no se descompone de manera natural ni a corto plazo esto hace que se acumule en grandes cantidades por mucho tiempo causando estragos tanto para el planeta como para los seres humanos. Egolf *et al.*, 2019, concuerda con los autores que mencionan que el uso de plásticos como envases no es sostenible por lo cual se busca alternativas eco amigables con el medio ambiente que a su vez pueda transformar el sistema alimentario convirtiendo la industria de envases más eficiente. De todos los artículos revisados para este punto podemos mencionar que los envases de plásticos convencionales deben ser sustituidos por envases biodegradables y sostenible, el plástico es perjudicial y la tecnología busca reemplazarlo para mejorar la calidad alimentaria.

## Resultados de la pregunta EQ4

### EQ4: ¿Por qué las películas comestibles son alternativas sostenibles para el envasado de alimentos?

De acuerdo a los resultados podemos concluir que 35 artículos (43,75 %) mencionan que se debe de sustituir los envases plásticos con películas comestibles, porque es una alternativa biodegradable y sostenible; mientras 34 artículos (42,5 %) mencionan porque las películas comestibles son multifuncionales y 11 artículos (13,75 %) mencionan que estos reducen el desperdicio de alimentos.

Kampeerapappun *et al.*, 2024 en su estudio menciona que en el proceso de elaboración de envases de películas comestibles se usan materiales biodegradables, como restos agrícolas integrando insumos que son considerados ecoamigables, Bahar *et al.*, 2024 menciona que la gelatina es uno de los materiales biodegradables más comunes para la elaboración de películas comestibles por lo tanto garantiza la sostenibilidad de estos envases, también Adeyeye *et al.*, 2023 hace énfasis que el almidón es otra alternativa biodegradable muy respetuosa con el medio ambiente para elaborar envases de películas comestibles este se descompone de manera natural y en muy poco tiempo sin causar perjuicios.

Suresh *et al.*, 2021 destaca que los envases de películas comestibles son considerados biodegradables y sostenibles debido a que están elaborados con polímeros naturales con el objetivo de reducir los problemas medioambientales, Atta *et al.*, 2021, hace mención que las películas

comestibles son potencialmente sostenibles debido a sus componentes bioactivos que lo hacen multifuncional a este envase (protector, antibacteriano, entre otros), Tien *et al.*, 2021 menciona que el quitosano también es otro material sostenible y multifuncional para la elaboración de envases sostenibles y biodegradables, Egolf *et al.*, 2019 menciona que la tecnología alimentaria busca hacer envases biodegradables y sostenibles elaborados con materiales naturales y una de las más importantes es la película comestible.

De todas las investigaciones analizadas en este punto, todas las películas comestibles formulados para envase es biodegradable y sostenible es lanzado con el objetivo de sustituir al plástico y solucionar los problemas ambientales de las últimas décadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que 8 artículos (29,63 %) mencionan que una de las multifunciones que cumplen las películas comestibles es que son antimicrobianas, mientras que 6 artículos (11,11%) mencionan que presentan capacidad antioxidante, por otra parte 5 artículos (18,52 %) hacen referencia a que estos también cumplen la función de protección y 8 artículos (29,63 %) mencionan que estos también alargan la vida útil de los alimentos.

Kaur *et al.*, 2024 menciona que las películas comestibles al ser elaboradas con materiales bioactivos naturales protegen al alimento de efectos microbianos, además alargan vida útil, Aziza *et al.*, 2023 también menciona que un envase de películas comestibles elaboradas con polímeros como gelatina de pescado, pectina, aceite esencial tuvo resultados

prometedores en la conservación de vida útil de carnes, Han *et al.*, 2023 en su estudio hace conocer que la película comestible adicionado de curcumina alarga la vida útil de los productos debido a que reduce la actividad de agua y también tiene alta capacidad antioxidante, Atta *et al.*, 2021. hace énfasis que las películas comestibles bioactivos con celulosa antibacteriana inhibe microbios evitando la degradación y de esta manera mejorando la vida útil y calidad del producto, Naseri *et al.*, 2020 menciona que las películas comestibles con biopolímeros adicionado con aceites esenciales han resultado muy efectivos para controlar el crecimiento microbiano en su estudio lo aplico para conservar calidad, fresca y vida útil de la carne de pavo y obtuvo resultados muy eficaces, Gola *et al.*, 2019 en su investigación hace conocer que las películas comestibles polifenólicos formulados con algarroba tienen una alta capacidad antioxidante y antimicrobiana para el envasado de alimentos. De todos los autores mencionados podemos decir que existe diferentes fuentes biodegradables, sostenibles de distintas fuentes vegetales, animales y entre otros que se encuentran en innovación para prolongar la vida útil, inhibir microbios, ofrecer mayor protección al producto y con capacidad antioxidante para sumar al valor nutritivo del producto. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos mencionar que se hallaron 8 artículos (80%) que las películas comestibles prolongan vida útil por lo tanto reducen desperdicio alimenticio y por otro lado 1 artículo (20 %) que afirma que esto se da por los componentes bioactivos.

Kaur *et al.*, 2023 menciona que los envases bioactivos (películas comestibles), prolongan la vida útil del producto de manera eficaz lo cual hace

que el desperdicio de alimentos disminuye, Adeyeye *et al.*, 2023 también menciona que las nanopartículas de almidón para elaboración de películas comestibles es biodegradable, innovador lo cual como envase funciona para un mayor tiempo de vida útil contribuyendo a la reducción del desperdicio alimentario, Azizah *et al.*, 2023 también da a conocer que las películas comestibles formuladas con gelatina, aceite esencial, inhibe microbios, alarga la vida útil lo cual como consecuencia evita el deterioro de alimentos y infección con microorganismos. Golas *et al.*, 2019 menciona que la industria alimentaria en los últimos años ha buscado desarrollar envase con propiedades antioxidantes y antimicrobianos y uno de ellos es los envases de películas comestibles, estos alargan la vida útil, inhiben actividad de agua de esta manera evitando la pérdida de alimentos. De todos los estudios analizados en este ítem, podemos mencionar que las películas comestibles alargan la vida útil del producto, protegen, reducen actividad de agua, por lo cual como conservar los alimentos reducen el desperdicio mundial de alimentos.

## CONCLUSIONES

La revisión sistemática sobre el impacto de las películas comestibles como alternativa de envase de alimentos ha revelado numerosos beneficios y desafíos en su adopción. Las películas comestibles, definidas como una tecnología innovadora

para prolongar la vida útil de los alimentos y mejorar propiedades funcionales, se desarrollan a partir de diversas fuentes naturales como almidón de yuca, zeína, quitosano, entre otros.

Los estudios analizados destacan que estas películas han mejorado su tensión de ruptura, el ángulo de contacto, la resistencia a la tracción y al sellado térmico, además de incorporar propiedades antimicrobianas y antioxidantes como si fuera un envase convencional de uso diario. Sin embargo, se enfrentan a desafíos significativos como la estandarización, la aceptación del consumidor, los costos de producción y la escalabilidad.

Las perspectivas de futuro son prometedoras, con innovaciones en materiales y tecnologías de producción que prometen mejorar la funcionalidad y reducir costos. La creciente conciencia ambiental y las políticas favorables también impulsan el desarrollo y la adopción de estas nuevas tecnologías a desarrollarse.

En conclusión, las películas comestibles representan una alternativa viable y sostenible a los envases plásticos tradicionales, con un potencial significativo para contribuir a la reducción del desperdicio alimentario y la contaminación por plásticos. La colaboración multidisciplinaria y la investigación continua serán clave para superar los desafíos actuales y maximizar los beneficios de esta tecnología emergente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdul, N.S., Shenoy, M., Reddy, N.R. Sangappa, S. B., Ganiga, G. C., Di Blasio, M., Ciciù, M., & Minervini, G. (2024). Gene sequencing applications to combat oral-cavity related disorders: a systematic review with meta-analysis. *BMC Oral Health* 24, 103. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03541-7>

- Adeyeye, S., Surendra, B., Guruprasath, N., & Sankar, K., (2023). Starch Nanocrystal and its Food Packaging Applications. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(1). <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.1.1>
- Athanasopoulou, E., Bigi, F., Maurizzi, E., Karellou, E., Pappas, C., Quartieri, A., & Tsironi, T. (2024). Síntesis y caracterización de películas comestibles a base de polisacáridos y proteínas y aplicación como materiales de embalaje para filetes de pescado fresco. *Representante científico*, 14, 517. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51163-y>
- Atta, O. M., Manan, S., Ahmed, A. A. Q., Awad, M. F., Ul-Islam, M., Subhan, F., Ullah, M. W., & Yang, G. (2021). Development and Characterization of Yeast-Incorporated Antimicrobial Cellulose Biofilms for Edible Food Packaging Application. *Polymers*, 13(14), 2310. <https://doi.org/10.3390/polym13142310>
- Azizah, F., Nursakti, H., Ningrum, A., & Supriyadi, N. (2023). Development of Edible Composite Film from Fish Gelatin–Pectin Incorporated with Lemongrass Essential Oil and Its Application in Chicken Meat. *Polymers*, 15(9), 2075. <https://doi.org/10.3390/polym15092075>.
- Azizah, F., Nursakti, H., Ningrum, A., & Supriyadi. (2023). Development of Edible Composite Film from Fish Gelatin–Pectin Incorporated with Lemongrass Essential Oil and Its Application in Chicken Meat. *Polymers*, 15(9), 2075. <https://doi.org/10.3390/polym15092075>
- Bahar, A., Samik, S., Sianita, M., Kusumawati, M., Khafidlah, I., Muslim, S., & Auliya, A. (2023). Development and Characterization of Edible Films Based on Gelatin/Chitosan Composites Incorporated with Zinc Oxide Nanoparticles for Food Protection. *Molekul*. 18 (3). <https://doi.org/10.20884/1.jm.2023.18.3.6630>
- Campina, A., C., Lorca, A., A., y De las Heras, M., A. (2024). Indagación, modelización y pensamiento computacional: Un análisis bibliométrico con el uso de Bibliometrix a través de Biblioshiny. <https://www.redalyc.org/journal/920/92075647006/92075647006.pdf>
- Chen, Z., Liu, R., Wey, Y., LI, R., Lou, R., Zhu, X. y Huang C. (2024). A novel strategy to transform mango peel waste into useful product– Preparing antibacterial film containing tea polyphenols for chicken breast preservation. *LWT*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115933>
- Danila, M, Uttam, C., & Athanassiou, A. (2024). Blending of polysaccharide-based carrot pomace with vegetable proteins for biocomposites with optimized performance for food packaging applications, *Food Hydrocolloids*, 152 <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109903>
- De Souza, H. K. S., Guimarães, M., Mateus, N., De Freitas, V., & Cruz, L. (2024). Chitosan/ Polyvinyl Alcohol-Based Biofilms Using Ternary Deep Eutectic Solvents towards Innovative Color-Stabilizing Systems for Anthocyanins. *International Journal Of Molecular Sciences*, 25(11), 6154. <https://doi.org/10.3390/ijms25116154>

- Egolf, A., Hartmann, C., & Siegrist, M. (2019). When Evolution Works Against the Future: Disgust's Contributions to the Acceptance of New Food Technologies. *Risk Analysis*. 39 (7). <https://doi.org/10.1111/risa.13279>
- Gamboni, J. E., Bonfilio, G. V., Slavutsky, A. M., & Bertuzzi M, A., (2023). Evaluation of edible films as single-serve pouches for a sustainable packaging system. *Food Chem. Adv.* (3). <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100547>
- Gamboni, J. E., Bonfiglio, G. V., Slavutsky, A. M., & Bertuzzi, M. A. (2023). Evaluation of edible films as single-serve pouches for a sustainable packaging system. *Food Chemistry Advances*, 3, 100547. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100547>
- Han, T., Chen, W., Zhong, Q., Xu, Y., & Wu, Y., (2023). Development and Characterization of an Edible Zein/Shellac Composite Film Loaded with Curcumin. *Foods*. 12 (8). <https://doi.org/10.3390/foods12081577>
- Kampeerappun, P., O-Charoen, N., Dhamvithee, P., & Jansri, E. (2024). Biocomposite Based on Polylactic Acid and Rice Straw for Food Packaging Products. *Polymers*, 16(8), 1038. <https://doi.org/10.3390/polym16081038>
- Kaur, N., Somasundram, C., Razali, Z., Mourad, A.-H. I., Hamed, F., & Ahmed, Z. F. R. (2024). Aloe vera/Chitosan-Based Edible Film with Enhanced Antioxidant, Antimicrobial, Thermal, and Barrier Properties for Sustainable Food Preservation. *Polymers*, 16(2), 242. <https://doi.org/10.3390/polym16020242>
- Khan, K., S., Bueno, C., y Zamora, J. (2022). Revisión sistemática en cinco pasos: II. Cómo identificar los estudios relevantes. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 48 (6). <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2021.12.006>
- Kuprina, E., Yakkola, A., Manuylov, A., Kabyshev, O., Zhirkova, M., Zhernyakova, & A., Shmelkova, M., (2020). Development of biodegradable packaging films and edible coatings for food products based on composite materials. *Prog. Chem. Appl. Chitin Deriv.* 25. <https://doi.org/10.15259/PCACD.25.009>
- Lindi, A. M., Gorgani, L., Mohammadi, M., Hamedi, S., Darzi, G. N., Cerruti, P., Fattahi, E., & Moeini, A. (2024). Fenugreek seed mucilage-based active edible films for extending fresh fruit shelf life: Antimicrobial and physicochemical properties. *International Journal Of Biological Macromolecules*, 269, 132186. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132186>
- Lu, W., Liu, Z., Huang, Y., Bu, Y., Li, X., & Cheng, Q. (2020). How do authors select keywords? A preliminary study of author keyword selection behavior. *Journal of Informetrics*, 14(4), 101066. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101066>
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7, 100777. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>
- Ministerio de Ambiente. (2019). Decreto Supremo N° 006-2019-MINAM Reglamento Ley de Plásticos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.

- Mira, JJ, Matarredona, V, Tella, S, Sousa, P, Neves, V, Strametz R, y López-Pineda A. (2024). Unveiling the hidden struggle of healthcare students as second victims through a systematic review. *BMC Medical Education*, 24(1):378 <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05336-y>
- Momtaz, M., Momtaz, EMehrgardi, A., Fatemeh T., Farkhondeh P. (2024) Preparación y caracterización de nanocompuestos de gelatina/quitosano reforzados con nanopartículas de NiO como envase activo para alimentos. *Biochem Pharmacol*, 24 (17). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50260-8>
- Naseri, H., Beigmohammadi, F., Mohammadi, R., Sadeghi, R., (2020). Production and characterization of edible film based on gelatin–chitosan containing Ferulago angulate essential oil and its application in the prolongation of the shelf life of turkey meat. *Journal of Food Processing. Preservation*. 44 (8). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14558>
- Pavlátková, L., Sedlaříková, J., Pleva, P., Peer, P., Uysal-Unalan, I., & Janalíková, M. (2022). Bioactive zein/chitosan systems loaded with essential oils for food-packaging applications. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 103(3), 1097-1104. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11978>
- Solano-Doblado, L. G., Alamilla-Beltrán, L., & Jiménez-Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *Deleted Journal*, 21, 30 <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
- Suresh, S., Pushparaj, C., & Subramani, R., (2021). Recent development in preparation of food packaging films using biopolymers. *Food Research*, 5(6) : 12 - 22. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(6\).082](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(6).082)
- Tang, B., Ma, J., Liu, L., Xu, J., Zhang, H., Li, K., Tu, X., & Qing-Fang, G. (2024). Preparation of pullulan-shellac edible films with improved water-resistance and UV barrier properties for Chinese cherries preservation. *Journal Of Future Foods*, 5(1), 107-118. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2024.01.010>.
- Taylor, S., Colonna, A., Jung, J., Gutierrez, J., & Zhao, Y. (2024). Consumer perception and acceptance of edible packaging for various food products. *Journal Of Food Science*, 89(4), 2423-2437. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16992>
- Terzioglu, N., Ceschin, F., Jobling, S., & Tarverdi, K. (2024). A literature and practice review to develop archetypes of upstream packaging strategies for a circular economy. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 21, 200211. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2024.2002>
- Tien, N. D., Lyngstadaas, S. P., Mano, J. F., Blaker, J. J., & Haugen, H. J. (2021). Recent Developments in Chitosan-Based Micro/Nanofibers for Sustainable Food Packaging, Smart Textiles, Cosmeceuticals, and Biomedical Applications. *Molecules*, 26(9), 2683. <https://doi.org/10.3390/molecules26092683>

Xiao, M., Peng, C., Qin, J., Wang, S., Wu, X., Nishinari, K., & Jiang, F. (2024). Development of a water gradient film through film and ice-glazing approach utilizing konjac glucomannan and high acyl gellan gum for enhanced preservation of frozen snakehead (*Channa argus*) fillets. *Food Hydrocolloids*, 152, 109904. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109904>

#### **Declaración de roles de autores**

- Chamorro Nelssi: Conceptualización; metodología; análisis de datos y escritura.
- Yalupalin Soledad: Conceptualización; metodología y escritura.
- Larrea Christian: Conceptualización; escritura; estadística; revisión y edición.
- Alvarado Daniel: Análisis de datos y escritura.
- Callirgos David: Conceptualización; revisión y edición.

#### **Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

El artículo de investigación contó con autofinanciamiento de los investigadores.