



Vol. 2 Num. 1 2024- <https://doi.org/10.61709/mk05fn85>

Fecha de aceptación: Octubre 2024 Fecha de recepción: Agosto 2024

## MICROPLÁSTICOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA: UN ANÁLISIS CRÍTICO DE SU IMPACTO AMBIENTAL. REVISIÓN SISTEMÁTICA

MICROPLASTICS IN THE FOOD INDUSTRY: A CRITICAL ANALYSIS OF THEIR ENVIRONMENTAL IMPACT. SYSTEMATIC REVIEW

Christian Omar Larrea Cerna<sup>1</sup>  David Callirgos Romero<sup>2</sup>  Daniel Edgar Alvarado Leon<sup>3</sup> 

Jhasmin Mayhua Ayuque<sup>1</sup>  Gina Damián Morán<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>3</sup>Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú

### Autor de Correspondencia :

Mag. CRHISTIAN OMAR LARREA CERNA  
[christian.larrea@unat.edu.pe](mailto:christian.larrea@unat.edu.pe)

### Como citar este artículo: Larrea, C., Callirgos, D., & Alvarado, D.

(2024). Microplásticos en la industria alimentaria: un análisis crítico de su impacto ambiental. Revisión sistemática. *Revista de Investigación Científica Huamachuco*, 2(1), 59-74. <https://doi.org/10.61709/mk05fn85>

### RESUMEN

La contaminación por microplásticos en el medio ambiente, especialmente en ecosistemas acuáticos, ha generado interés en la industria alimentaria debido a los envases que contribuyen a esta contaminación. Esta revisión analiza estudios detallados sobre la degradación de microplásticos y su impacto en el medio ambiente y la industria alimentaria. Se evalúan los impactos positivos derivados de envases y utensilios de producción, y se sugieren estrategias para reducir el impacto ambiental, como la reducción de PLA para mitigar la liberación de microplásticos y disminuir la demanda de nuevos plásticos. El desafío más relevante es la degradación de plásticos como polietileno (PE), polipropileno (PP), copolímero de polipropileno y cloruro de polivinilo (PVC). Se utilizó la metodología PICO y se realizó una búsqueda en SCOPUS con términos como microplásticos, envase alimentario, industria alimentaria y medio ambiente. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 30 artículos relevantes publicados entre 2019 y 2024. El análisis bibliométrico reveló tendencias temáticas y el impacto significativo del campo, identificando términos relacionados como seguridad alimentaria, polímeros y contaminación ambiental. Esta revisión amplía la perspectiva para futuras investigaciones sobre microplásticos, proponiendo importantes contribuciones para disminuir el uso de envases en la industria alimentaria.

**Palabras clave:** microplásticos; envases alimentarios; industria alimentaria; impacto ambiental.

### ABSTRACT

Microplastic contamination in the environment, especially in aquatic ecosystems, has generated interest in the food industry due to the packaging that contributes to this contamination. This review analyzes detailed studies on microplastic degradation and its impact on the environment and the food industry.



Positive impacts derived from packaging and production utensils are evaluated, and strategies to reduce the environmental impact are suggested, such as PLA reduction to mitigate the release of microplastics and reduce the demand for new plastics. The most relevant challenge is the degradation of plastics such as polyethylene (PE), polypropylene (PP), polypropylene copolymer and polyvinyl chloride (PVC). The PICO methodology was used, and a search was performed in SCOPUS with terms such as microplastics, food packaging, food industry and environment. After applying inclusion and exclusion criteria, 30 relevant articles published between 2019 and 2024 were selected. The bibliometric analysis revealed thematic trends and significant impact of the field, identifying related terms such as food safety, polymers and environmental pollution. This review broadens the perspective for future research on microplastics, proposing important contributions to decrease the use of packaging in the food industry.

**Keywords:** microplastics; food packaging; food industry; environmental impact.

## INTRODUCCIÓN

Anualmente, entre 9 y 23 millones de toneladas de plástico son vertidas en los océanos, una problemática impulsada tanto por fuentes continentales como por actividades industriales en alto mar, incluidas la pesca y el turismo. Estos desechos plásticos, de los cuales una porción significativa son microplásticos, representan una seria amenaza para el medio ambiente, la fauna y la salud humana debido a su pequeño tamaño y persistencia en el ecosistema (Syamsu et al., 2024).

La durabilidad y uso extendido de los plásticos han convertido a estos materiales en una parte integral de la vida moderna, pero también en un desafío ambiental. La contaminación por microplásticos, fragmentos de menos de 5 milímetros, se acumula en los suelos y cuerpos de agua, donde estos fragmentos no biodegradables impactan gravemente los ecosistemas y perduran por décadas (Loganathan et al., 2023). Los microplásticos se clasifican en primarios, los cuales se pueden localizar en productos del aseo personal o bajo la forma de bolas plásticas empleadas en industrias o en forma de fibras plásticas usadas en los textiles sintéticos; mientras que, los microplásticos secundarios se derivan de partículas mayores mediante procesos naturales de erosión (Bajt, 2021).

Estudios recientes en el norte de Perú revelaron la presencia de microplásticos en el 100 % de los cangrejos de manglar analizados, indicando que

estos contaminantes llegan al consumidor a través de los alimentos (Aguirre et al., 2022). En el país, es fundamental aprovechar las oportunidades que brinda la transición hacia una economía circular para construir un futuro más sostenible y saludable para las generaciones futuras.

El objetivo de esta revisión sistemática es analizar y evaluar la producción de microplásticos por la industria alimentaria; así mismo, se identificaron las principales fuentes de microplásticos, mecanismos de contaminación y las estrategias, para mitigar su impacto ambiental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta revisión sistemática se realizó una búsqueda en la base de datos SCOPUS de artículos originales publicados en inglés o español en revistas arbitradas, sobre el impacto de los microplásticos en la industria alimentaria en los últimos cinco años e identificar las fuentes de contaminación por microplásticos en la industria alimentaria (2019-2024) (Falorni, 2022).

Se utilizó la metodología PICO; para ello, se formularon una serie de preguntas que guiaron la revisión de la literatura, para definir las palabras clave y desarrollar una ecuación que optimice la búsqueda. Se utilizaron los operadores booleanos AND, OR.



**Pregunta General:**

**Q1:** ¿Cuál es el impacto ambiental de la producción de microplásticos por parte de la industria alimentaria?

**Preguntas Específicas:**

**EQ1:** ¿Cuáles son las estrategias que pueden implementarse para reducir el impacto ambiental

a partir de los microplásticos de la industria alimentaria?

**EQ2:** ¿Qué desafíos existen para la adopción de prácticas sostenibles en la industria alimentaria respecto al uso de envases alimentarios para reducir los microplásticos?

**TABLA 1**

*Ecuaciones de búsqueda*

Base de datos	PALABRAS /ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	Número de artículos
SCOPUS	("Microplastics" or "Environmental pollution" or "Food Industry" or "Environment" or "Production" or "Food packaging") AND ("Reduction" or "Strategies" or "Food Industry" or "Environment" ) AND ("Challenges" or "Sustainable practices" or "Food industry" or "Food packaging" or "Microplastics") AND ("Environmental impact" or "Effectiveness" or "Intervention" or "Production" or "Food packaging" or "Biodegradable microplastics" or "Conventional microplastics") AND ("Food Industry" or "Global studies" or "Affected areas" or "Plastics industry")	683

**Criterios de inclusión**

- Artículos de los últimos años (2019-2024), arbitrados e indizados de acceso libre en la base de datos SCOPUS.
- Área temática (Ciencia Ambiental, medicina, ingeniería).
- Artículos en idioma español, inglés y portugués.
- Palabras clave: impacto ambiental, envases de alimentos, industrias alimentarias.

**Criterios de exclusión**

- Todos los artículos publicados antes del 2018.
- Artículos no de acceso libre o de pago.
- Ausencia del DOI.
- Otras Investigaciones que no sean artículos.

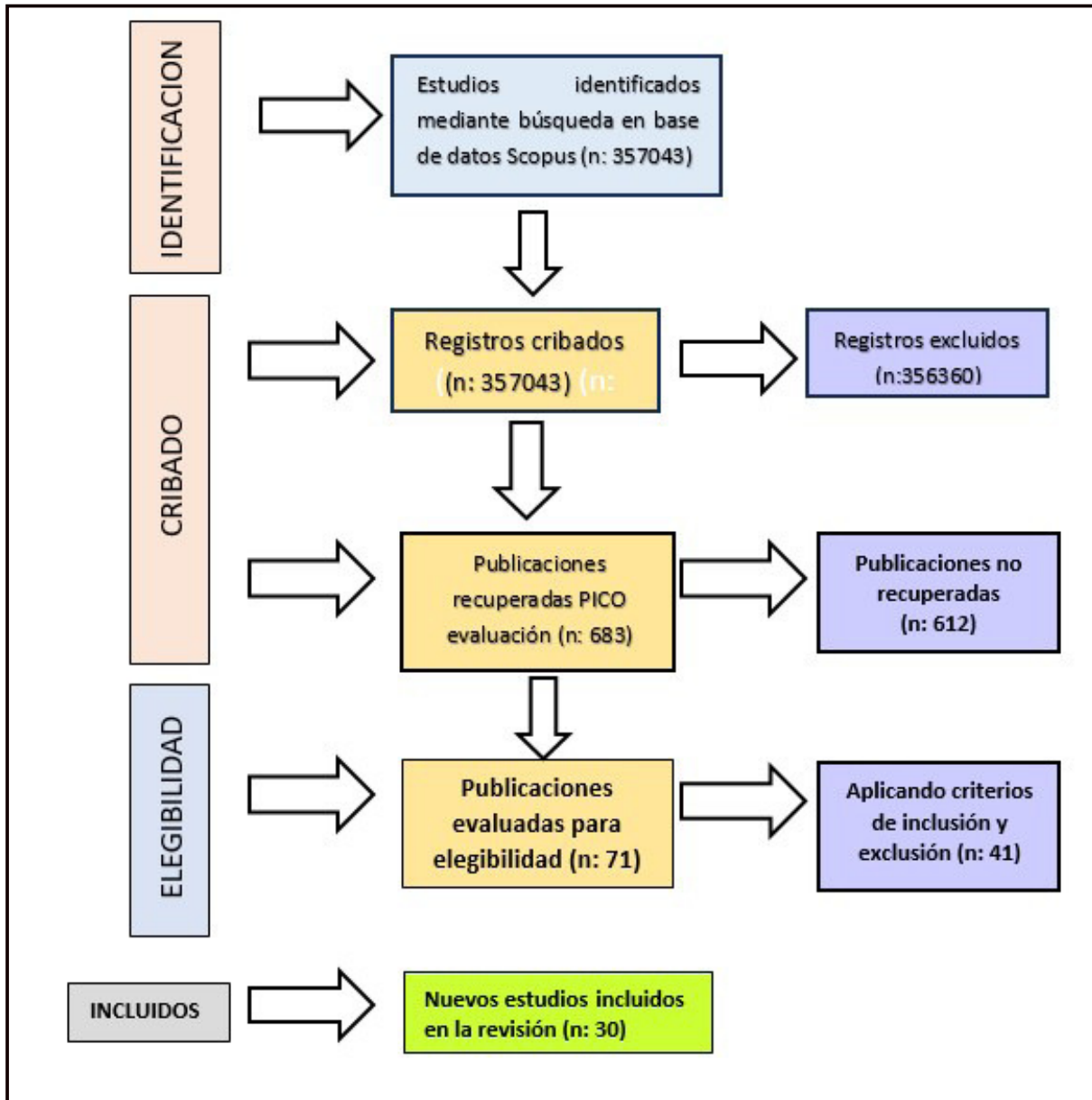
información para la investigación y esto dio como resultado 357043 artículos en su etapa inicial con búsqueda intuitiva, entre el motor de búsqueda Scopus. Sin embargo, aplicando las metodologías PICO y PRISMA, se excluyeron 356360, después de revisar los criterios de inclusión y exclusión. Además, tomando en cuenta el acceso a texto completo y abierto, se encontraron 683 artículos. Ahora bien, de los 71 artículos, también las revistas a las que son más afines se evaluaron de forma individual y detallada; lo que compete a esta investigación es que esté relacionado con los microplásticos; pero las industrias alimentarias, es el tema que se seleccionó para la elegibilidad e inclusión de 30 artículos en el estudio, referentes a la temática y para ello, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión.

La Figura 1, muestra el proceso de la búsqueda de



**FIGURA 1**

Diagrama de flujo según metodología PRISMA de estudios identificados, excluidos e incluidos



**Extracción y orden de los datos**

El total de los estudios encontrados se exportó en una base de datos a través del software RStudio, para el registro de datos relevantes de los mismos; se realizó la exclusión de los estudios duplicados

y aquellos artículos, que no cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. Posteriormente, se hizo una revisión de pares de los títulos, resumen, metodología y resultados de cada estudio encontrados de manera independiente,

seleccionando los estudios más relevantes, para cumplir con los objetivos de la investigación.

### Análisis Bibliométrico

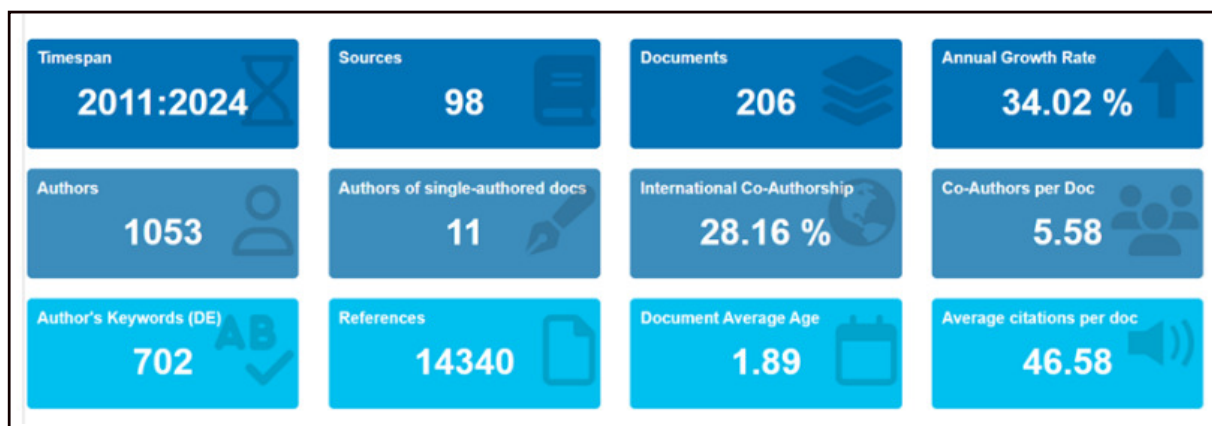
Los análisis bibliométricos y visuales se realizan utilizando el programa Bibliometrix basado en RStudio. Se empleó el paquete Bibliometrix, para realizar análisis de la evolución del tema, análisis de las palabras clave del autor y red de co-ocurrencia y mapa temático para temas de tendencias y líneas de investigación futuras en los campos de investigaciones pertinentes; además, del mapa taxonómico y finalmente el impacto de relevancia (Tao et al,2024).

Los indicadores bibliométricos de la investigación

se observan en la Figura 1; el tiempo de 2011 a 2024 representa una buena tasa anual de crecimiento con un total de 34,02 %, lo que indica que está en tendencia. Asimismo, para crear un artículo de investigación sólido y relevante, se necesitan indicadores bibliométricos, por ello se proporcionan una base cuantitativa para evaluar la calidad y el impacto de la investigación, identificar tendencias y áreas emergentes tomar decisiones científicas informadas, para así poder asegurar que la investigación tenga un impacto significativo y duradero en el campo científico y más allá, al mismo tiempo que contribuyen al reconocimiento y la gestión eficiente de la información lo cual los documentos muestran una buena cantidad tasa de crecimiento.

### FIGURA 1

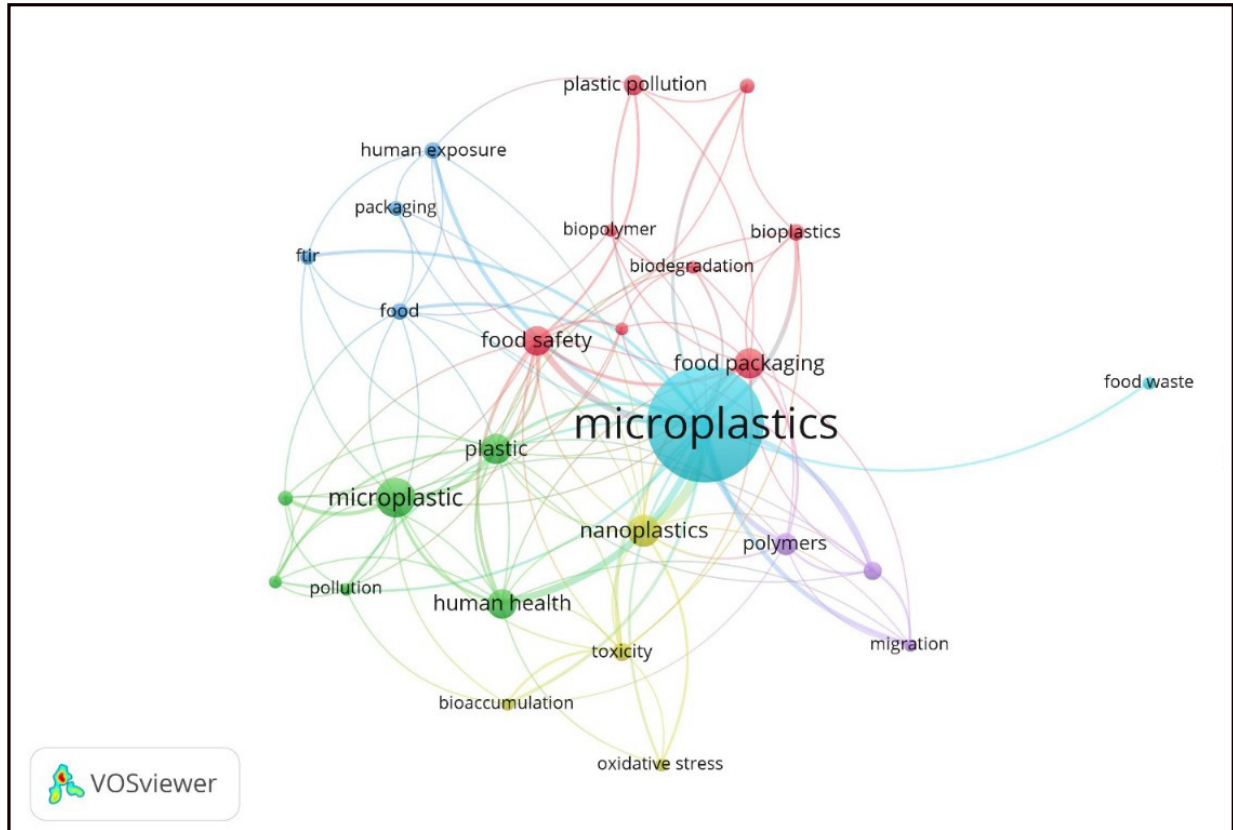
*Indicadores Bibliométricos de la Investigación a través del R Studio*



Nota: Tendencia actual del tema general mediante el uso del software R Studio con Bibliometrix

En la Figura 2, la red de concurrencia proporciona una visión clara de los temas más investigados en el campo de los microplásticos. Las investigaciones se centran en los efectos en la salud humana, la seguridad alimentaria, la contaminación plástica y las soluciones sostenibles a través de polímeros biodegradables y la economía circular, como se

muestra en la figura. La exposición humana y la bioacumulación, la contaminación marina y la degradación de plásticos son temas de investigación que se relacionan entre sí.

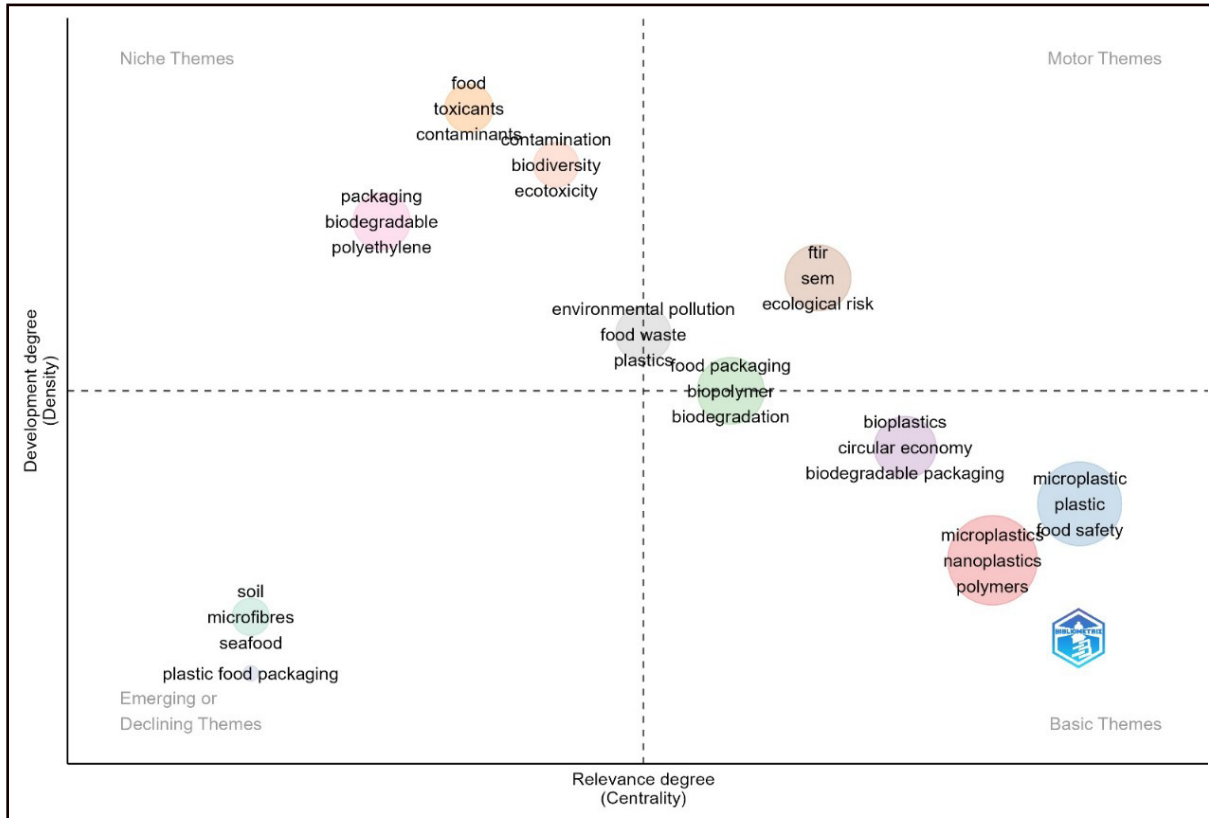
**FIGURA 2***Mapa de red de concurrencia*

Nota: resultado obtenido del software R Studio con Bibliometrix.

En la Figura 3 se muestra el Mapa Temático, el cual proporciona una visión clara de los temas más investigados en el campo de los microplásticos. Las investigaciones se centran en los efectos en la salud humana, seguridad alimentaria, contaminación plástica y soluciones sostenibles, a través de polímeros biodegradables y la economía circular. La exposición humana y bioacumulación, la contaminación marina y degradación de plásticos son temas de investigación que se relacionan entre sí.

**FIGURA 3**

*Mapa temático de palabras clave*



Nota: resultado obtenido del software R Studio con Bibliometrix.

**RESULTADOS**

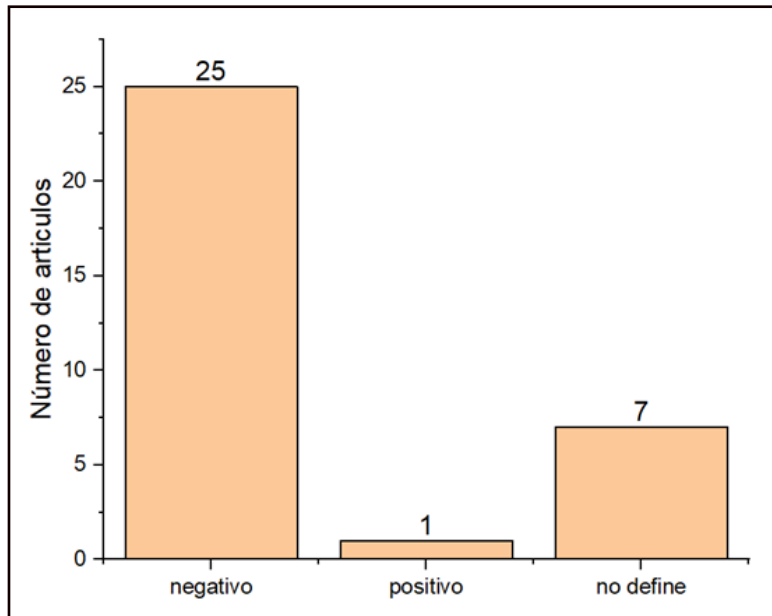
Se recopiló información de los últimos estudios. Después de realizar una exhaustiva búsqueda de investigaciones, se identificaron 75 artículos en total, de los cuales únicamente se consideraron 30 artículos científicos; por ende, fueron seleccionados minuciosamente asegurándose de que cumplieran con los criterios de selección y de calidad, con el objetivo de garantizar la relevancia del contenido en esta revisión sistemática.

**Q1:** ¿Cuál es el impacto ambiental de la producción de microplásticos en la industria alimentaria?

A continuación, se presenta en detalle la lista de trabajos seleccionados, se muestran las preguntas planteadas de la metodología PICO.

**FIGURA 4**

*Impacto ambiental de la producción de microplásticos en la industria alimentaria ambiental a partir de los microplásticos de la industria alimentaria?*

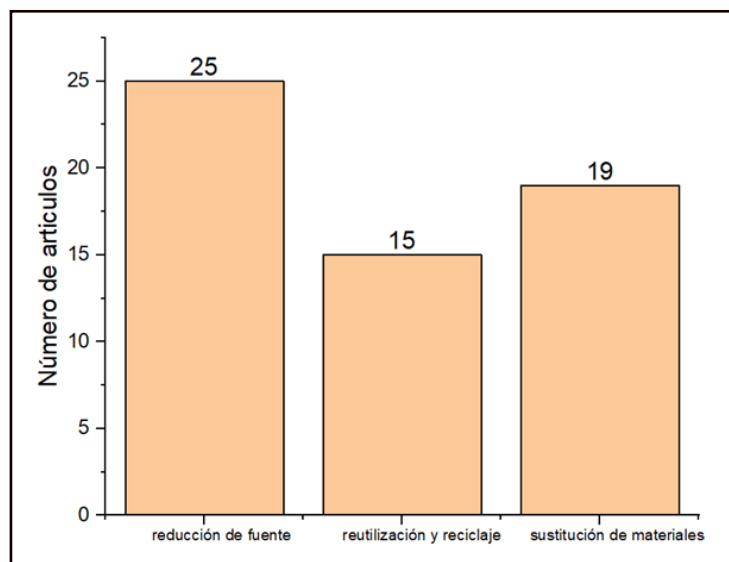


Nota: resultados obtenidos a partir del software OriginPro en relación con Q1.

**QE1:** ¿Cuáles son las estrategias que pueden a partir de los microplásticos de la industria implementarse para reducir el impacto ambiental alimentaria?

**FIGURA 5**

*Estrategias para reducir el impacto ambiental a partir de los microplásticos de la industria alimentaria*



Nota: resultados obtenidos a partir del software OriginPro en relación con la EQ1.

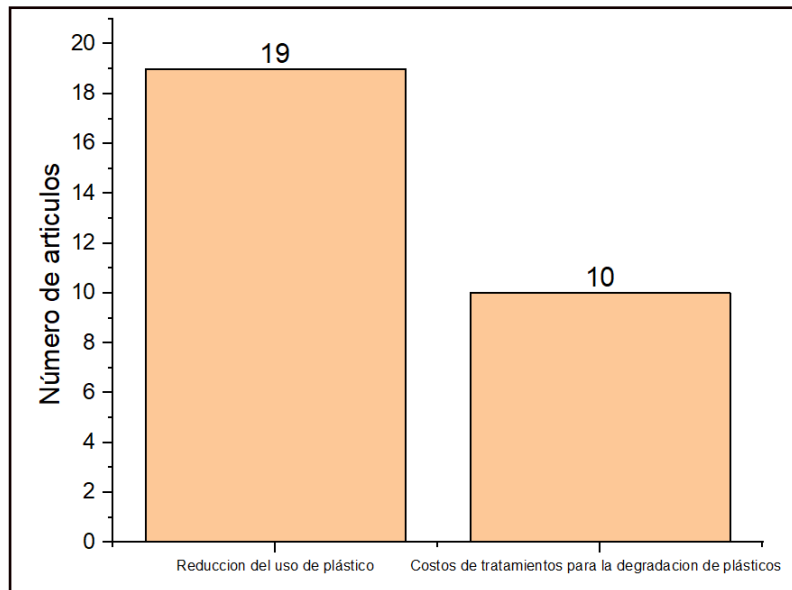




**EQ2:** ¿Qué desafíos existen para la adopción de prácticas sostenibles en la industria alimentaria respecto al uso de envases alimentarios, para reducir los microplásticos?

### FIGURA 6

*Desafíos relacionados al uso de envases alimentarios para reducir los microplásticos*



Nota: resultados obtenidos a partir del software OriginPro en relación con la EQ2.

## DISCUSIÓN

### Q1 ¿Cuál es el impacto ambiental de la producción de microplásticos por parte de la industria alimentaria?

La producción de microplásticos en la industria alimentaria tiene un impacto ambiental significativo; estos microplásticos se originan en envases, utensilios y procesos de producción; por lo tanto, es crucial considerar e implementar métodos efectivos para abordar este problema. Esta revisión sistemática analiza cómo los microplásticos producidos por la industria alimentaria afectan el medio ambiente y se sugieren varios métodos, para reducir esta contaminación.

Wang et al., (2024) mencionan que la producción de microplásticos tiene impactos adversos más graves en los sistemas del suelo, tanto en sus componentes bióticos como abióticos. Por otra parte, Zhou et al. (2024) coinciden al afirmar que los microplásticos

(MP) son contaminantes orgánicos persistentes que afectan el suelo, la calidad de los cultivos y la seguridad alimentaria. Evaluar el riesgo ambiental de los MP en las regiones agrícolas al analizar su composición, tamaño y fuente; así como, su fragmentación y estabilidad en el suelo; también proponen métodos para reducir la contaminación por MP y preservar los ecosistemas del suelo, ya que la contaminación con MP es común, tanto en entornos acuáticos como terrestres, desde los microbios del suelo hasta los mamíferos tienen diversas fuentes y características que producen un impacto negativo en los ecosistemas.

En cuanto Kibria, (2023) menciona que los contaminantes como los metales pesados pueden acumularse en los MP y pueden llegar a los humanos, a través de los mariscos contaminados. Su consumo con MP representa un riesgo para el

hombre. La presencia de MP y la contaminación de las fuentes de extracción de sal; así como, los efectos del envasado (especialmente el de doble capa), tienen un impacto significativo en la presencia de microplásticos y la contaminación salina. Es decir, si la purificación y el envasado de la sal no se realizan correctamente, la cantidad de MP presentes aumentará significativamente (Taghipour et al., 2023).

Los microplásticos son consumidos por especies marinas y terrestres, introduciéndose en la cadena alimentaria afectando la salud humana (Mehta et al., 2021). Así mismo, Haishang et al. (2022) sustenta que la contaminación es persistente. Los microplásticos convencionales al ser extremadamente resistentes a la degradación, permanecen durante décadas en el medio ambiente. También, Altunışık et al. (2023) menciona que los MP que se encuentran en los refrescos y se originan principalmente en los procesos de fabricación de botellas y los ingredientes utilizados en la producción de alimentos. Boyer et al. (2022) reporta que la contaminación de MP en los entornos marinos tiene un aumento significativo desde la década de 1950. Los animales marinos se ven afectados por esta contaminación, porque ingieren microplásticos y a su vez, los humanos los consumen. La contaminación MP es un problema global que tiene fuentes locales y efectos específicos en la salud humana.

Lievens et al. (2022) afirma que la presencia de partículas plásticas constituye una amenaza constante para el medio ambiente y la salud de humanos y animales. Por lo tanto, es cada vez más necesario determinar el contenido de MP, para evaluar los posibles riesgos; debido a que, los plásticos están presentes en todos los alimentos y en la biomasa residual rica en energía de la industria alimentaria, los supermercados y los restaurantes. Los microplásticos tienen efectos tóxicos y no tóxicos en diversos organismos. Sin embargo, para Ren et al. (2020), las fuentes primarias provienen

de productos de higiene personal y se liberan al ambiente como pequeñas partículas; mientras que, las fuentes secundarias resultan de la fragmentación de desechos plásticos mayores, siendo más difícil de calcular su emisión. En la industria alimentaria, los utensilios y envases de plástico son fuentes principales y secundarias de microplásticos.

Bezerra et al. (2024) indica que el desarrollo de biocompuestos con partes de mango y ácido poliláctico (PLA) puede disminuir la producción de microplásticos, ya que estos materiales son biodegradables y no generan dicha producción al descomponerse. El uso de materiales biodegradables reduce la cantidad de residuos plásticos persistentes en el medio ambiente. De la misma manera, Shuyuan et al. (2020) refiere que los microplásticos se acumulan en los estuarios y de hecho absorben otros contaminantes, creando riesgos adicionales además de la ingestión por parte de organismos acuáticos.

Por otro lado, Velásquez et al. (2024) destaca que la producción de microplásticos en la industria alimentaria contamina el medio ambiente y tiene un impacto en la salud humana y de las especies acuáticas. Estos microplásticos se encuentran en productos alimenticios, derivados animales y botellas de agua potable, que luego llegan a los cuerpos de agua utilizados en áreas agrícolas (Fig.8). Los microplásticos afectan a un gran número de especies marinas, desde organismos planctónicos hasta grandes vertebrados, a través de ingestión y la transferencia a lo largo de las cadenas alimentarias. Estos contienen aditivos químicos y absorben contaminantes ambientales, lo que puede llevar a efectos eco- toxicológicos complejos (Avio et al., 2019).

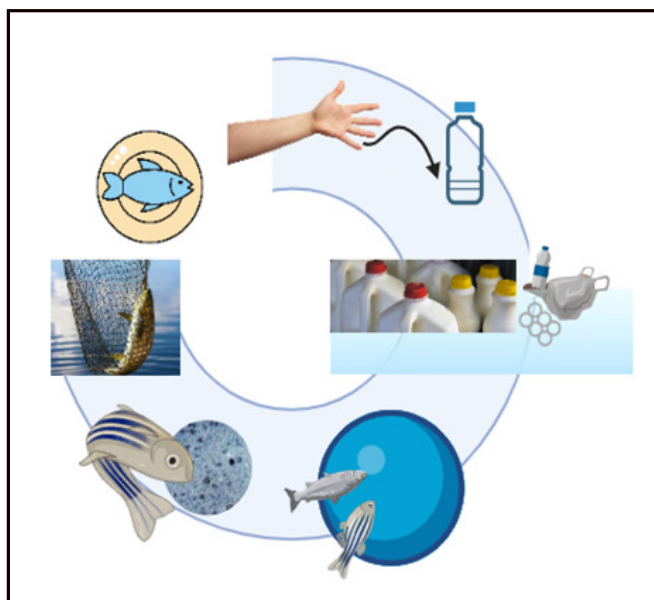
Landrigan et al. (2023) mencionan que los plásticos, incluyendo los MP, son responsables de daños significativos a la salud humana, la economía y el medio ambiente en cada etapa de su ciclo de

vida. Esto se relaciona con una producción de alto consumo de energía y contribuye significativamente al cambio climático, siendo responsable del 3,7

% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

## FIGURA 7

*Fuentes productoras de microplásticos*



Nota. Programa BioRender.

### EQ1: ¿Cuáles son las estrategias que se pueden implementar para reducir el impacto ambiental a partir de los microplásticos de la industria alimentaria?

Wang et al. (2024) destacan la importancia de reducir la producción y uso del PLA, para mitigar los efectos negativos de los microplásticos sobre el suelo; proponen reciclar PLA y bioplásticos para reducir la liberación de microplásticos al medio ambiente y disminuir la demanda de nuevos plásticos. El uso de bioplásticos como alternativa a los plásticos convencionales para reducir el impacto ambiental. Kibria, (2023) sostiene que el reducir el uso de plásticos en la producción y procesamiento de alimentos, es una alternativa más sostenible; sugiere estrategias de manejo de desechos para evitar la contaminación ambiental por plásticos de la industria alimentaria y el uso de envases reutilizables. Para la sustitución de materiales,

sugiere emplear plásticos de alta calidad menos nocivos para el entorno natural, garantizando su seguridad en la composición de alimentos.

Wang et al. (2024) y Kibria, (2023) coinciden en la importancia de reducir la producción y uso de plásticos desde el inicio del ciclo de vida del producto; ambos enfatizan la importancia de desarrollar tecnologías de reciclaje y reutilización de plásticos eficientes, para reducir la cantidad de microplásticos que se liberan al medio ambiente.

Zhou et al. (2024) sugieren rediseñar los envases alimentarios para contener menos material plástico y adoptar prácticas sostenibles que reduzcan la producción de microplásticos; así mismo, proponen evitar el uso de plásticos en el suelo y establecer sistemas óptimos de reciclaje, para evitar la contaminación ambiental. También recomiendan implementar planes de reutilización de envases plásticos en lugar de desecharlos tras

el primer uso, reduciendo así la producción de nuevos envases. Para la sustitución de materiales, promueven la investigación y el uso de alternativas biodegradables a los plásticos convencionales, junto con la evaluación de riesgos de estos nuevos materiales.

Taghipour et al. (2023) destacan que la planificación periódica y detallada de la gestión de residuos plásticos, incluyendo el reemplazo, reutilización y reciclaje, es esencial para reducir la contaminación plástica. La presencia de MP en la sal se debe a la contaminación ambiental durante la producción y empaque. Mejorar la gestión de residuos con buenas prácticas de fabricación e higiene, y usar materiales de menor riesgo como vidrio o plásticos biodegradables, podría reducir. De manera similar, Rakib et al. (2023) adoptaron estrategias de economía circular que incluyen reparación, reciclaje, reutilización y diseño de productos con un ciclo de vida más largo y menor impacto ambiental. También evaluaron y gestionaron los riesgos para la salud asociados con la producción y reciclaje de plástico, incluyendo riesgos químicos y de seguridad ocupacional. Estos autores coinciden en la planificación y gestión de los desechos plásticos mediante la prohibición y reducción de plásticos y la implementación de planes de economía circular.

Para la sustitución de materiales se desarrolló una técnica de digestión ácida asistida por microondas, para determinar la cantidad de microplásticos y meso plásticos presentes en las matrices de alimentos. El método fue testado en una variedad de tipos de plásticos, como cloruro de polivinilo (PVC), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y tereftalato de polietileno (PET) (Lievens et al., 2022).

Asimismo, Haishang et al. (2021) desarrollaron implementos de modelos de recolección, reciclaje y fabricación (CRM), para optimizar procesos y minimizar residuos. Sobre la reutilización de

reciclaje se utilizó la fabricación aditiva (AM) en combinación con reciclaje, para crear prototipos y personalizar productos, lo que ayuda a reducir los desechos plásticos y emisiones de CO<sub>2</sub>; además, se debe fortalecer la integración entre reciclaje y procesos de fabricación aditiva, para visualizar áreas que necesitan mejoras y optimizar el flujo del proceso.

Papo et al. (2022) proponen optimizar el diseño de envases para usar menos plástico sin comprometer la seguridad alimentaria, reducir su tamaño y peso, y adoptar estrategias de economía circular en la cadena de suministro, para disminuir residuos e incrementar la reutilización de materiales. Recomiendan sistemas de reemplazo eficientes y el uso de plásticos reciclados en nuevos envases cumpliendo requisitos de seguridad. Mehta et al. (2021) sugieren reducir los plásticos en el envasado y procesamiento de alimentos mediante envases más eficientes y tecnologías que disminuyan los residuos plásticos desde el inicio. Proponen usar materiales naturales y biodegradables para asegurar su seguridad y eficacia, fomentando programas de formación sobre el uso de plásticos, se encuentra en crecimiento el mercado de plásticos de origen biológico en el cual fueron incluidos muestras tales como monocapa y multicapa a base de almidón tereftalato de polietileno (PET), como fuente principal de materia prima, entre los que se destacan caña de azúcar, papas y maíz.

Mehta et al. (2021) y Papo et al. (2022) coinciden en la reducción de la cantidad de plástico mediante el diseño de envases menos voluminosos y más eficientes; además, sugieren enfoques de economía circular para disminuir el desperdicio y aumentar la reutilización.

Ren et al. (2020) cuantifican el factor de emisión (FE) de microplásticos mediante la abrasión mecánica, donde se emplea la transmitancia relativa de luz (RLT), para determinar el FE de microplásticos. Por otro lado, Rullander et al. (2024) evaluaron mejorar

el manejo de residuos para evitar la liberación de microplásticos, y desarrollar tecnologías de filtración efectivas como el uso de corteza y biocarbón, para capturar microplásticos en sistemas de tratamiento de aguas pluviales en reducción de fuente. Este autor discrepa en relación con el uso de tecnologías de filtración efectivas para capturar microplásticos, con Miah et al. (2019), el cual señala que las reformulaciones de productos y el uso de materias primas alternativas, son estrategias consideradas, para reducir el impacto ambiental, encontrando reducciones ambientales moderadas a bajas.

### **EQ2: ¿Qué desafíos existen para la adopción de prácticas sostenibles en la industria alimentaria respecto al uso de envases alimentarios para reducir los microplásticos?**

Los desafíos para la adopción de prácticas sostenibles en la industria alimentaria se relacionan con el uso de envases alimentarios que buscan reducir los microplásticos. Esta revisión sistemática se centra en dos desafíos principales, tipos de plásticos y costos de adopción. Según Zhou et al. (2024), los desafíos relacionados a los microplásticos tratan de comprender sus fuentes, distribución y peligros, debido a que los MP son contaminantes orgánicos persistentes que pueden dañar el suelo, los cultivos y la seguridad alimentaria, principalmente en los suelos agrícolas. Sin embargo, también menciona que los elevados costos adicionales en la adopción al implementar estrategias que reduzcan los MP, son significativos.

Taghipour et al. (2023) expresan que los MP son penetrables fácilmente en productos alimentarios, además son difíciles de identificar fuentes de contaminación durante su proceso productivo. También, en este estudio se encontró que el polímero predominante fue el acetato de celulosa (provenientes de restos de cigarrillos), siendo este difícil de reducir. De la misma manera, estos microplásticos están en constante variación lo que complica aún más su degradación.

Zhou et al. (2024) y Taghipour et al. (2023), coinciden que los microplásticos (MP) son contaminantes persistentes que afectan la seguridad alimentaria y el medio ambiente; así mismo, evidencian que los MP pueden penetrar fácilmente en los productos alimentarios y que su degradación es compleja, debido a la variabilidad constante de los polímeros.

Con relación a la discordancia en estos estudios, Moreira et al. (2023) identifica una amplia variedad de polímeros y mencionan diferentes industrias implicadas en los MP, mientras que Zhou et al. (2024) enfatizan principalmente en los suelos agrícolas y los costos adicionales en la adopción de estrategias, para reducir los MP.

En este mismo contexto Kibria, (2023) aborda los desafíos de los envases alimentarios, señalando que los MP afectan a mariscos y contaminan especies, con el polietileno (PE), siendo el polímero más común en organismos. El PE, proveniente de envases de alimentos, equipos de pesca y textiles, puede absorber contaminantes orgánicos e inorgánicos, causando efectos eco-toxicológicos y toxicológicos e incrementando el riesgo, para la salud humana a través de la cadena alimentaria. Moreira et al. (2023) identifican otros polímeros, tales como copolímero de polipropileno-polietileno, polipropileno (PP), celulosa y cloruro de polivinilo (PVC) y resaltan la complejidad de las microfibras de la industria textil y de embalaje en su filtración y reducción ambiental.

Kibria, (2023) y Moreira et al. (2023), concuerdan que los plásticos, especialmente el polietileno (PE), son omnipresentes y persistentes en el medio acuático, contaminando mariscos y otras especies. También mencionan que los MP pueden absorber contaminantes peligrosos que pueden transferirse a los humanos a través de la cadena alimentaria, aumentando el riesgo para la salud. Por otro lado, Jiménez et al. (2023) señalan que un desafío con relación a las variables de plásticos es que el ácido poliláctico (PLA) es biodegradable y biocompatible,

que pueden alterar la microbiota intestinal.

Por ende, Hasan & Afridi, (2023) indican que, para resolver los enormes desafíos de los residuos plásticos se hace mediante la introducción de nuevas estrategias de reparación, reciclaje, reutilización y diseño de productos con un ciclo de vida más largo y menos impacto ambiental. De la misma manera Rullander et al., (2024), aborda la diversidad de materiales plásticos utilizados en envases alimentarios dificultando la transición hacia alternativas sostenibles. Las reacciones oxidativas e hidrolíticas podrían ser la principal causa de la degradación de los MP por plasma frío atmosférico (ACP), se requieren más caracterizaciones. Este estudio demuestra que el ACP es una estrategia prometedora para mitigar la contaminación por MP, y tiene un gran potencial para los desafíos de los MP, los cuales enfrentan actualmente los sectores de la alimentación y la agricultura. La aceptación y adopción de nuevos envases sostenibles por parte de los consumidores depende en gran medida de su educación sobre los beneficios ambientales y de salud asociados; además de, abordar los costos de adopción que implican tomar la iniciativa de una inversión inicial (Velásquez et al.,2024).

Rullander et al. (2024) y Velásquez et al. (2024) coinciden en la importancia de encontrar soluciones sostenibles para los envases plásticos y su impacto ambiental; además que, sugieren que se necesita más investigación, para lograr una transición exitosa hacia alternativas sostenibles.

### CONCLUSIONES

Se recopiló información de investigaciones y estudios recientes sobre la producción de microplásticos en la industria alimentaria y su relación con los envases alimentarios que tiene un impacto ambiental significativo, afectando tanto a los ecosistemas terrestres como acuáticos.

La persistencia de microplásticos en el medio ambiente plantea graves riesgos para la salud

del suelo, la calidad de los cultivos, la seguridad alimentaria y la salud humana.

Se plantean estrategias para disminuir la producción y uso de plástico como el desarrollo de materiales biodegradables (envases biodegradables) y reducción de derivados del plástico en productos alimentarios.

Se deben establecer sistemas eficientes de reciclaje y promover la reutilización de envases plásticos, para reducir la cantidad de desechos plásticos, ya que los microplásticos constituyen una amenaza significativa frente a los problemas ambientales causados por los plásticos convencionales.

Los envases plásticos deben ser reemplazados gradualmente por alternativas biodegradables y compostables, para alcanzar un sistema alimentario más sostenible, por lo que se necesitara una transformación profunda de la cadena de suministro, desde la producción de alimentos hasta el consumo final.

Los microplásticos en la industria alimentaria representan un desafío global que exige una respuesta urgente y coordinada.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bajt O. (2021). From plastics to microplastics and organisms. *FEBS Open Bio*, 11(4):954-966. doi: 10.1002/2211-5463.13120.

Haishang, W., Mehrabi., H., Panagiotis, K., & Naveed., N. (2022). Additive manufacturing of recycled plastics: Strategies towards a more sustainable future. *Cleaner production article*, 335, 130236. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130236>

Health Impacts into the Circular Economy: A Comprehensive Assessment of Worker and Consumer Safety in the Plastic Production and Recycling Industries <https://doi.org/10.3390/>



- ASEC2023-15395 Incorporating consumers of bio-based plastics: informing the development of the sector. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 574-587. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.015>
- Jiménez, C., Tamargo, A., Molinero, N., Reinosa, J., Alcolea, V., & Portela, M., Fernández, J., Moreno, M. (2023). Simulated gastrointestinal digestion of polylactic acid (PLA) biodegradable microplastics and their interaction with the gut microbiota. *Science of the Total Environment*. 902, 166003. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166003>
- Papo, M., & Corona, B. (2022). Life cycle sustainability assessment of non-beverage bottles made from recycled high-density polyethylene (HDPE). *Journal of Cleaner Production*. 378, 134442. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134442>
- Kibria., G. (2023). Impacts of microplastic on fisheries and seafood security — Global analysis and synthesis. *Environment International*. 904, 166652. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166652>
- Pinho, D., Aguilar, A., & Amaral, V. (2023). What about the usability in low-code platforms? A systematic literature review. *Journal of Computer Languages*, 74, 101185. <https://doi.org/10.1016/j.cola.2022.101185>
- Leslie, H., Van Velzen, M., Brandsma, S., Dick, A., García, J., & Lamoree, M. (2022). Discovery and quantification of plastic particulate contamination in human blood. *Environment International*. 163, 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- Rakib, H., & Afridi, A. (2023). Mainstreaming health impacts in the circular economy: a comprehensive assessment of worker and consumer safety in the plastics production and recycling industries. *Engineering proceedings*, 56 (1), 250. <https://doi.org/10.3390/ASEC2023-15395>.
- Lievens, S., Slegers, T., Mees, M., Thielemans, W., Poma, G., Covaci, A., & Van der Borght, M. (2022). A simple, rapid and accurate method for the sample preparation and quantification of meso- and microplastics in food and food waste streams. *Environment International*. 307, 119511. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119511>
- Ren, S., Sun, Q., Ni, H., & Wang, J. (2020). A minimalist approach to quantify emission factor of microplastic by mechanical abrasion. *Chemosphere*, 245, 125630 <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125630>
- Loganathan, Y., & Kizhakedath, M. (2023). A Review on Microplastics - An Indelible Ubiquitous Pollutant. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 13, 2-126. <https://doi.org/10.33263/BRIAC132.126>
- Rullander, G., Lorenz, C., Strömvall, A., Vollertsen, J., & Dalahmeh, S. (2024). Bark and biochar in horizontal flow filters effectively remove microplastics from stormwater. *Environmental Pollution*, 356, e124335. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124335>
- Mehta, N., Cunningham, E., Roy, D., Cathcart, A., Dempster, M., Berry, E., & Smyth, B. (2020). Exploring the perceptions of environmental professionals, plastics processors, students and consumers of bio-based plastics: informing the development of the sector. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 574-587. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.015>
- Silva, D., Almeida, M., Guardiola, F., Pereira, R., Rodrigues, S., & Ramos, S. (2024). Uncovering microplastic contamination in canned seafood. *Food Chemistry*, 448 139049. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139049>



- Syamsu, D., Deswati, D., Syafrizayanti, S., Putra, A., & Suteja, Y. (2024). Presence of microplastics contamination in table salt and estimated exposure in humans. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 10 (1), 205-224. DOI: 10.22034/gjesm.2024.01.14.
- Taghipour, H., Ghayebzadeh, M., Maryam, S., Mousavi, S., Sharifi, H., & Payandeh, A. (2023). Incidence and exposure to microplastics in table salt present in the Iran market. *Toxicological Reports*, 11, 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.07.003>
- Talukdar, A., Bhattacharya, S., Bandyopadhyay, A., Dey, A. (2023). Microplastic pollution in the Himalayas: Occurrence, distribution, accumulation and environmental impacts, *Science of The Total Environment*, 874, 162495. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162495>.
- Tao, X., Wang, G., Wei, W., Su, J., Chen, X., Shi, M., Liao, Y., Qin, T., Wu, Y., Lu, B., Liang, H., Ye, L., & Jiang, J. (2024). A bibliometric analysis of m6A methylation in viral infection from 2000 to 2022. *Virology Journal*, 21(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s12985-024-02294-1>
- Velásquez, J., Bao, Y., & Huang, J. (2024). Atmospheric cold plasma as a novel approach to remediate microplastic contamination in water. *Environmental Pollution*, 356, e124390. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124390>
- Wang, J, Jia, M., Zhang, L., Li, X., Zhang, X., & Wang, Z. (2024). Biodegradable microplastics pose greater risks than conventional microplastics to soil properties, microbial community and plant growth, especially under flooded conditions. *The Science of The Total Environment*, 931, 172949. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.172949.
- Zhang, J., Ezzat, B., Coenen, R., Price, G., Asfaw, Z., Schupper, A., & Choudhri, T. (2024). Bibliometric and trend analysis of the 100 most cited articles on lateral interbody fusion (LIF). *Neurosurgical Review*, 47(1), 245. doi: 10.1007/s10143-024-02464-3.
- Zhou, Y., Zhang, Z., Bao, F., Dua, Y., Dong, H., Chengrui, B., & Huang, B. (2024). Considering the characteristics of microplastics in ecological risk assessment: a case study for China. *Journal Hazardous Materials*, 470, 134111. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.134111>