



MÉTODOS EMERGENTES EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

EMERGING METHODS IN FOOD PRESERVATION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

María Isabel Páez Valencia

Ingeniera de Alimentos. Magíster en Ingeniería de Alimentos.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

<https://orcid.org/0000-0001-7134-241X/>

mariai.paez@unad.edu.co

Jose David Cárdenas Nieto

Ingeniero de Alimentos. Magíster en Ingeniería de Alimentos.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

<https://orcid.org/0000-0002-6117-0869/>

josed.cardenas@unad.edu.co



RESUMEN

Los métodos emergentes de conservación son un campo de investigación que busca alternativas más eficientes, seguras y sostenibles a las técnicas tradicionales, cuyo objetivo es extender la vida útil de los alimentos y reducir los riesgos microbiológicos con un impacto menor en sus características. En este estudio se llevó a cabo un análisis bibliométrico de la literatura científica sobre métodos emergentes en la conservación de alimentos. Para ello, se utilizó la base de datos Scopus, de la cual se obtuvieron un total de 57 documentos para el período 2001-2024, y con el *software* VOSviewer se construyó el mapa de correlación de palabras. Los resultados mostraron un crecimiento bajo y estable de publicaciones hasta el 2015, seguido de un aumento significativo en el interés por este campo a partir del 2016, lo que sugiere una renovada atención en el tema. El área temática dominante fue la de Agricultura y Ciencias Biológicas, seguida de la Química y la Ingeniería. Geográficamente, Portugal se destacó como el país más productivo, y sus instituciones, el Instituto Superior Técnico y la Universidad de Lisboa, lideraron las investigaciones. El análisis de redes de coocurrencia de pala-

bras clave reveló tres clústeres de investigación principales. El primer clúster (rojo) se centró en tratamientos físicos y químicos, como la irradiación y los antioxidantes, y su impacto en la bioactividad y el control de bacterias. El segundo clúster (verde) abordó la seguridad alimentaria y la microbiología, con un enfoque en la inactivación microbiana en productos como las frutas. El tercer clúster (azul), cuyo nodo central es “conservación de alimentos”, englobó los conceptos generales de preservación y almacenamiento, mostrando una conexión emergente con el almacenamiento digital. Las tecnologías emergentes discutidas en los artículos incluyen la irradiación, el calentamiento óhmico, la luz pulsada, las altas presiones hidrostáticas (HPP), la bioconservación y el envasado en atmósferas modificadas (MAP). Estos métodos buscan extender la vida útil y garantizar la seguridad de los alimentos de manera más eficiente, segura y sostenible, preservando al mismo tiempo la calidad.

Palabras clave: alimentos; métodos emergentes; conservación; seguridad alimentaria; inactivación microbiana.





ABSTRACT

Emerging preservation methods are a field of research that seeks more efficient, safe, and sustainable alternatives to traditional techniques, aiming to extend the shelf life of food and reduce microbiological risks while minimizing their impact on food characteristics. In this study, a bibliometric analysis of the scientific literature on emerging methods in food preservation was conducted. For this purpose, the Scopus database was used, from which a total of 57 documents were obtained for the period 2001-2024, and the VOSviewer software was used to construct the keyword correlation map. The results showed low and stable growth in publications until 2015, followed by a significant increase in interest in this field from 2016 onwards, suggesting renewed attention to the topic. The dominant subject area was Agriculture and Biological Sciences, followed by Chemistry and Engineering. Geographically, Portugal stood out as the most productive country, and its institutions, the Instituto Superior Técnico and the Universidade de Lisboa, led the research. The co-occurrence network

analysis of keywords revealed three main research clusters. The first cluster (Red) focused on physical and chemical treatments, such as irradiation and antioxidants, and their impact on bioactivity and bacterial control. The second cluster (Green) addressed food safety and microbiology, with a focus on microbial inactivation in products like fruits. The third cluster (Blue), whose central node is “food preservation,” encompassed the general concepts of preservation and storage, showing an emerging connection with digital storage. The emerging technologies discussed in the articles include irradiation, ohmic heating, pulsed light, high-pressure processing (HPP), bioconservation, and modified atmosphere packaging (MAP). These methods seek to extend shelf life and ensure food safety in a more efficient, safe, and sustainable way, while preserving food quality.

Keywords: food; emergent methods; preservation; food safety; microbial inactivation.



INTRODUCCIÓN

La conservación de alimentos es un pilar fundamental para extender la vida útil de los productos y mantener su calidad nutricional y sensorial, y la seguridad alimentaria constituye la prioridad de la industria de la producción y conservación de alimentos (Rahman, 2007).

Los métodos tradicionales de conservación son efectivos para eliminar microorganismos y aumentar el tiempo de vida útil de los alimentos; sin embargo, afectan las características sensoriales y el contenido nutricional (Paucar-Menacho *et al.*, 2024). Frente a estas limitaciones y la creciente demanda de los consumidores por alimentos más seguros, sostenibles y mínimamente procesados, se ha despertado el interés de los investigadores de alimentos por desarrollar métodos innovadores que permitan la reducción microbiana sin afectar las propiedades tecnológicas. Las tecnologías emergentes se investigan por su capacidad para inactivar

microorganismos y preservar la calidad con un menor impacto en los alimentos (Ribeiro *et al.*, 2022).

Para comprender la evolución y el estado actual de este dinámico campo de investigación, resulta necesario recopilar información sobre las investigaciones existentes. El análisis bibliométrico es una herramienta cuantitativa eficaz que permite identificar tendencias de publicación, áreas de interés, así como autores, instituciones y países más influyentes (Melo *et al.*, 2021). Así, el objetivo de este artículo es realizar un análisis bibliométrico de la producción científica sobre métodos emergentes de conservación de alimentos registrada en la base de datos Scopus entre el 2001 y el 2024. Este análisis busca mapear la estructura de la investigación, identificar los principales clústeres temáticos y proporcionar una visión general de las tendencias que están definiendo el futuro de la conservación de alimentos.

METODOLOGÍA

Selección de base de datos y estrategia de búsqueda

Se llevó a cabo un análisis bibliométrico para seleccionar los estudios más relevantes con el fin de realizar una revisión sistemática. Después de aplicar criterios de exclusión, se realizó un análisis crítico de la evidencia científica para obtener conclusiones sólidas y fiables.

Para este análisis bibliométrico, se recopiló información de la base de datos Scopus (a 22 agosto 2025).

Los datos recopilados incluyen los estudios más relevantes relacionados con los métodos emergentes de conservación empleados en alimentos. La ecuación de





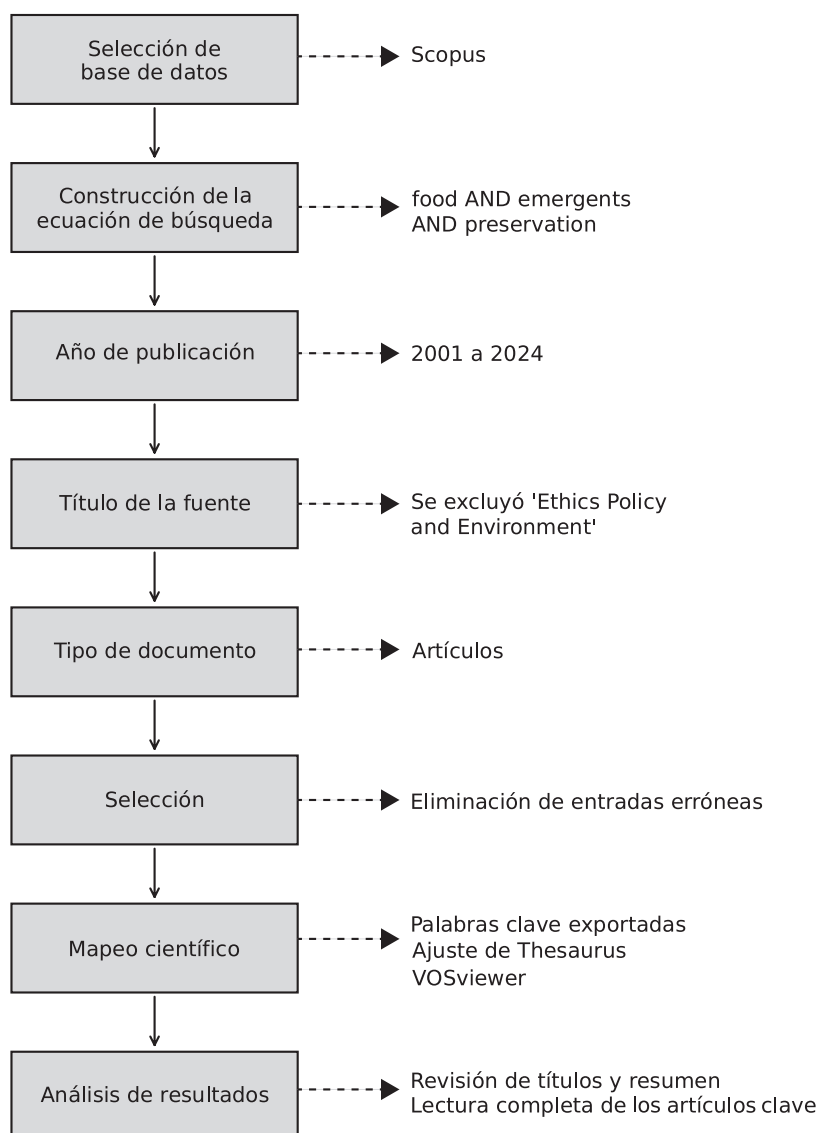
búsqueda se diseñó utilizando los términos: “food”, “emergents”, “preservation” conectándolos con el operador booleano “AND”. La ecuación final fue la siguiente:

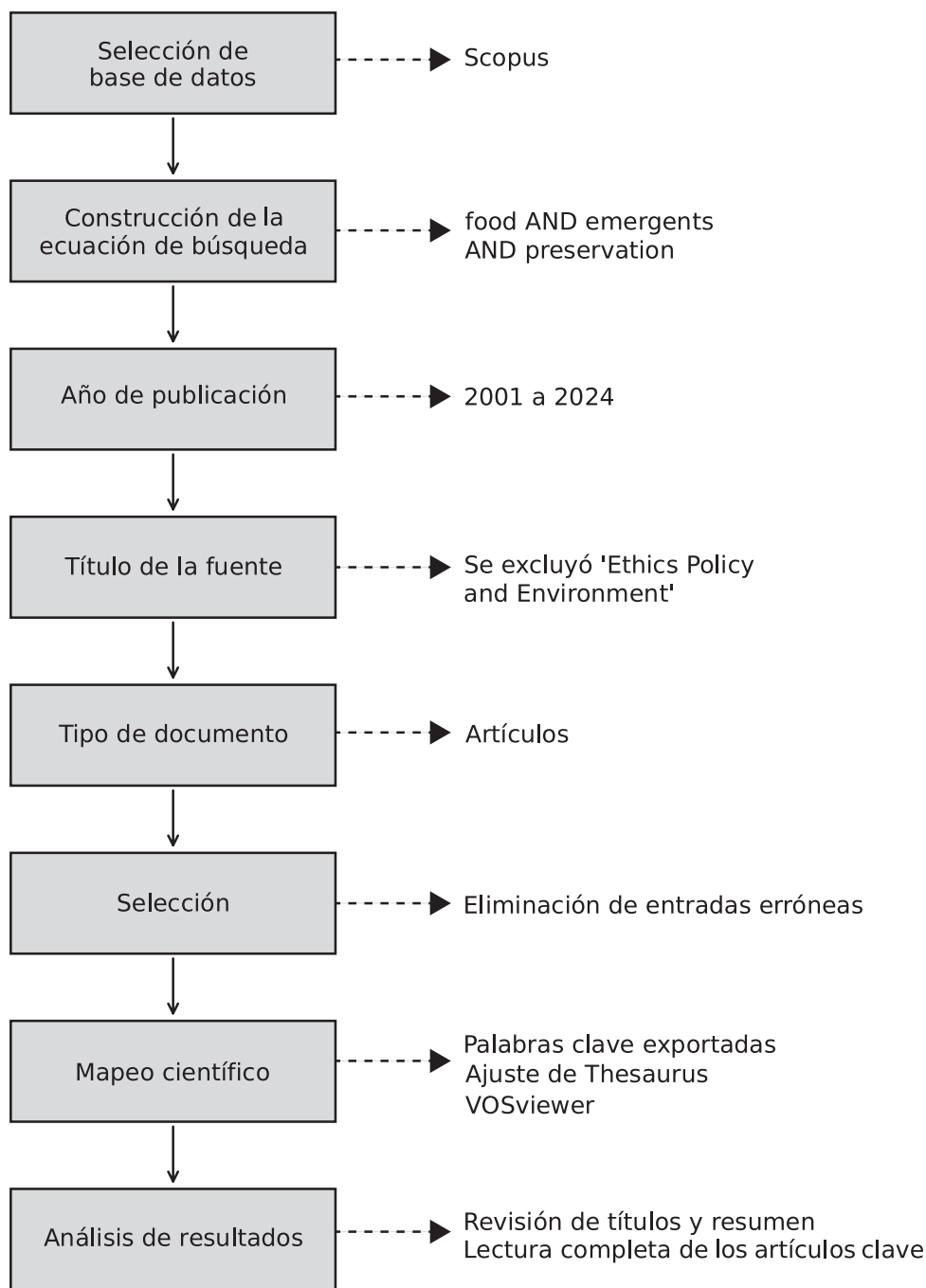
(TITLE-ABS-KEY (food) AND TITLE-ABS-KEY (emergents) AND TITLE-ABS-KEY (preservation)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”)) AND (EXCLUDE (EXACTSRCTITLE , “Ethics Policy and Environment”))

La figura 1 muestra los pasos de la metodología utilizada durante el desarrollo del análisis bibliométrico. Se encontraron 57 artículos; tras aplicar filtros, se seleccionaron

25 artículos. Posteriormente, se llevó a cabo una lectura más profunda de los estudios más relevantes.

Figura 1. Metodología para el estudio de análisis bibliométrico





Fuente: elaboración propia.

Datos exportados e indicadores bibliométricos

Los datos descargados de Scopus fueron el resumen, las palabras clave y la información bibliográfica. La información se exportó en

formato CSV y se organizó en un archivo de Excel. Posteriormente, se utilizó la herramienta VOSviewer para el análisis de datos.





Los indicadores bibliométricos que se evaluaron fueron los documentos publicados por año, las áreas temáticas, los autores y las

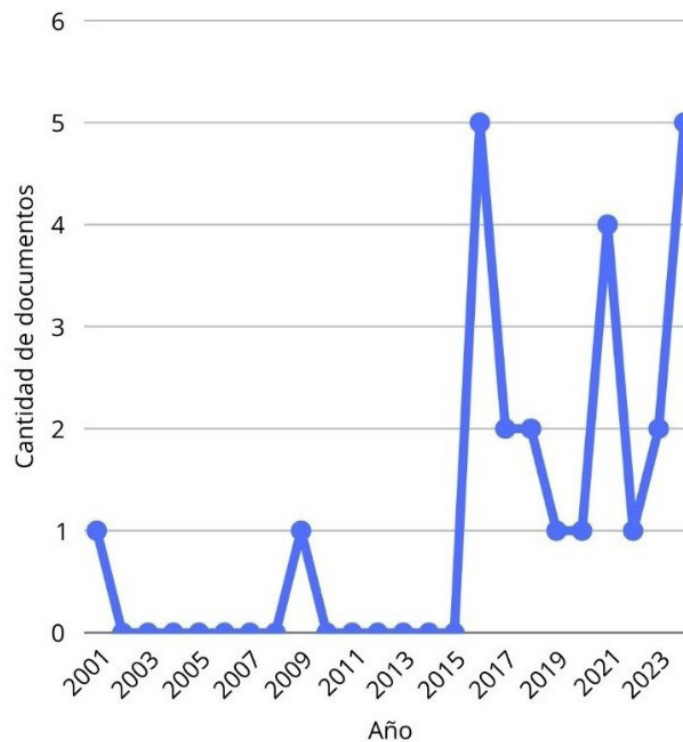
instituciones líderes, así como la red de palabras clave de coocurrencia.

RESULTADOS

Se recuperaron un total de 57 artículos de la base de datos, publicados entre el 2001 y el 2024. La figura 2, muestra que entre el 2001 y el 2015 el número de publicaciones fue bajo y se mantuvo estable. A partir del 2016, se observa un mayor interés en este campo de

investigación, con un aumento significativo que alcanzó un pico de documentos publicados en el 2017. Después, la cantidad de publicaciones ha fluctuado, pero se ha mantenido relativamente constante, lo que sugiere un renovado interés en el tema.

Figura 2. Documentos por año.



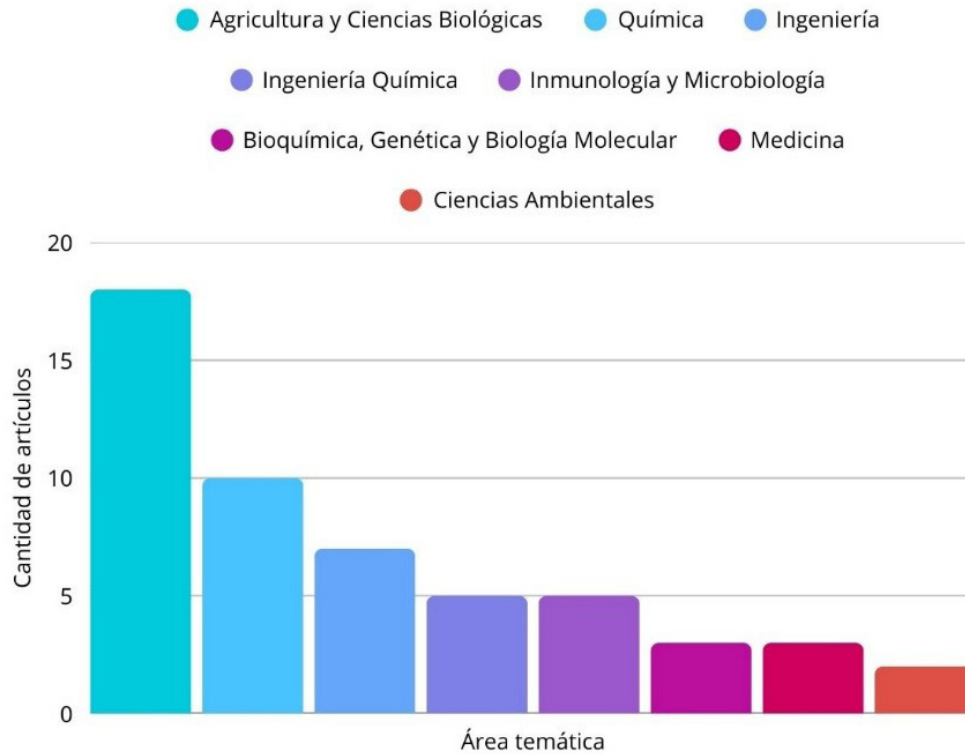
Fuente: elaboración propia.

Además, las áreas temáticas dominantes de los registros fueron Agricultura y Ciencias Biológicas, con un 31 %, seguidas por

Química, Ingeniería e Ingeniería Química (véase la figura 3).



Figura 3. Porcentaje de participación por área temática



Fuente: elaboración propia.

Las instituciones líderes se encuentran en los países mencionados en la tabla 1. Las cinco principales instituciones con estudios publicados sobre tratamientos emergentes de conservación entre el 2001 y el 2024 se presentan en la tabla 2. En ella se observa que las instituciones con más publicaciones son el Instituto Superior Técnico y la Uni-

versidad de Lisboa, ambas en Portugal, con 4 publicaciones cada una. Esto concuerda con la tabla 1 y pone en evidencia que Portugal es el líder en la publicación de estudios sobre tratamientos emergentes de conservación, con sus instituciones a la cabeza de la producción científica en esta área.

Tabla 1. Documentos por país

País	Documentos
Portugal	8
España	6
Italia	4
Estados Unidos	4
México	2

Fuente: elaboración propia.

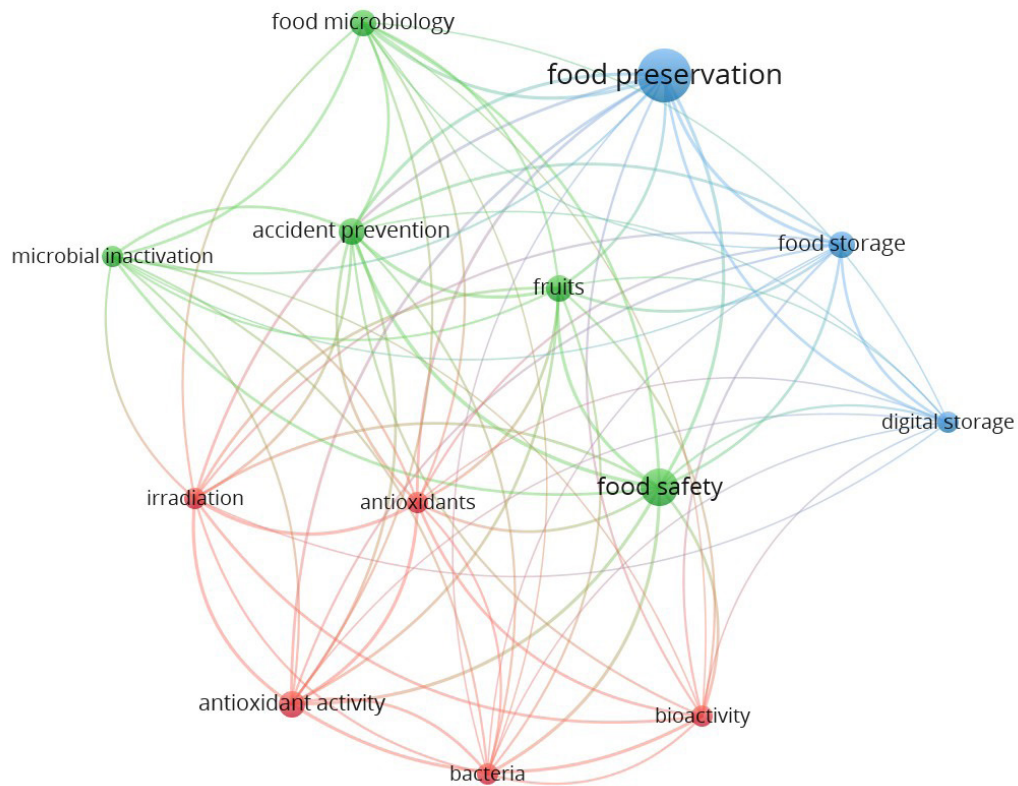


Tabla 2. Las cinco principales instituciones con estudios publicados sobre tratamientos emergentes de conservación entre el 2001 y el 2024

Institución	Número de publicaciones
Instituto Superior Técnico	4
Universidad de Lisboa	4
Universidad de Zaragoza	3
Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa	2
Universidad de Aveiro	2

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Red bibliométrica sobre tratamientos emergentes de conservación entre el 2001 y el 2024



Fuente: elaboración propia.



Tabla 3. Clúster de la red bibliométrica

Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
Antioxidants	Food safety	Food preservation
Irradiation	Fruits	Food storage
Antioxidant activity	Accident prevention	Digital storage
Bacteria	Microbial inactivation	
Bioactivity	Food microbiology	

Fuente: elaboración propia.

El análisis de redes es un método cuantitativo utilizado para identificar las conexiones existentes entre los autores y las palabras clave, así como para detectar tendencias en las investigaciones emergentes (Ordoñez-Losada *et al.*, 2024). En la red de coocurrencia (figura 4), se observa que existen tres clústeres y trece nodos que representan

las palabras clave de los autores. El tamaño del círculo indica sus ocurrencias (es decir, el número de publicaciones que contienen el término correspondiente en su título o resumen). Entre ellos, cabe destacar que el término *food preservation* se consolida como un nodo central considerable, lo cual indica su relevancia dentro del análisis.

Clúster 1 (rojo). Tratamientos físicos y químicos

Este clúster se centra en los métodos y la bioactividad de los tratamientos de conservación. Muestra que la investigación se enfoca en cómo la irradiación y los antioxidantes

actúan para controlar las bacterias y otras propiedades biológicas, lo que subraya la importancia de los enfoques científicos para la preservación de alimentos.

Clúster 2 (verde). Seguridad y microbiología

En este grupo se abordan los aspectos de seguridad alimentaria y microbiología, ya que los nodos centrales son *food microbiology* (microbiología alimentaria), *microbial inactivation* (inactivación microbiana) y *food safety* (seguridad alimentaria). El enlace con

accident prevention (prevención de accidentes) y *fruits* (frutas) indica que la investigación en esta área se ocupa de prevenir la contaminación, inactivar microorganismos y garantizar la seguridad de productos específicos, como las frutas.



Clúster 3 (azul). Conservación y almacenamiento

Este clúster se identifica como el nodo principal de la red, ya que abarca los conceptos generales de preservación de alimentos (*food preservation*) y almacenamiento de alimentos (*food storage*). La conexión de la red

con *digital storage* (almacenamiento digital) sugiere que el campo ha evolucionado para incluir la tecnología en los procesos de almacenamiento.

Tabla 4. Los cinco estudios más citados relacionados con tratamientos emergentes en la conservación de alimentos entre el 2001 y el 2024

Titulo	Año	Revista	Citaciones	Referencia
Post-harvest treatment of cherry tomatoes by gamma radiation: Microbial and physicochemical parameters evaluation	2016	Innovative Food Science and Emerging Technologies	58	(Guerreiro <i>et al.</i> , 2016)
Toward shrimp consumption without chemicals: Combined effects of freezing and modified atmosphere packaging (MAP) on some quality characteristics of Giant Red Shrimp (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>) during storage	2016	Food Chemistry	57	(Bono <i>et al.</i> , 2016)
Manothermosonication of foods and food-resembling systems: Effect on nutrient content and nonenzymatic browning	2001	Journal of Agricultural and Food Chemistry	47	(Vercet <i>et al.</i> , 2001)
Conventional and emergent technologies for honey processing: A perspective on microbiological safety, bioactivity, and quality	2021	Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety	33	(Scepankova <i>et al.</i> , 2021)
Trends in microbial control techniques for poultry products	2018	Critical Reviews in Food Science and Nutrition	32	(Silva <i>et al.</i> , 2018)

Fuente: elaboración propia.



La tabla 5 muestra los estudios más citados relacionados con tratamientos emergentes de conservación. Los artículos ofrecen un amplio panorama sobre la innovación en la conservación y seguridad de alimentos, lo cual se pone en evidencia en la búsqueda de métodos más eficientes, seguros y sostenibles para extender la vida útil de los productos, preservar su calidad nutricional y reducir los riesgos microbiológicos. Se exploran diversas tecnologías no térmicas y de bajo impacto, destacando sus beneficios y desafíos.

Los métodos de conservación emergentes abarcan una variedad de tecnologías innovadoras, como la irradiación con haz de electrones (*e-beam*), que ha sido investigada en fracciones de leche de vaca y camella, y ha demostrado preservar o incluso mejorar sus actividades antiproliferativas, antidiabéticas y antioxidantes, lo que la posiciona como una tecnología segura para la conservación (Harizi *et al.*, 2023). También se ha utilizado en tomates cherry y frambuesas, donde logró una significativa inactivación microbiana de patógenos y microbiota natural, además de prolongar la vida útil y mantener o mejorar el contenido de licopeno, la actividad antioxidante y el efecto antiproliferativo. Por ello, se ha considerado un proceso limpio y ambientalmente respetuoso (Elias *et al.*, 2020; Madureira *et al.*, 2019).

El tratamiento de tomates cherry con radiación gamma ha demostrado ser un método eficaz para extender la vida útil y mejorar la seguridad microbiana. La investigación analizó su impacto sobre patógenos como *Salmonella*, *E. coli* y *Staphylococcus aureus*, así como sobre algunas propiedades de calidad: color, pH, textura, actividad antioxi-

dante y aceptabilidad sensorial. Los resultados mostraron que se logró una reducción significativa de la carga microbiana y la conservación de los atributos de calidad y sensoriales (Guerreiro *et al.*, 2016).

En el procesamiento de leche de oveja, el calentamiento óhmico (OH) se presenta como una alternativa a la pasteurización convencional, destacando por su rápido calentamiento uniforme y por una notable reducción del consumo de energía (hasta 73 % menos), al tiempo que reduce significativamente la carga microbiana y asegura la estabilidad durante el almacenamiento refrigerado (Balthazar *et al.*, 2022).

La tecnología de luz pulsada es una alternativa emergente y sostenible que ha recibido gran atención por su capacidad para prolongar la vida útil y garantizar la seguridad alimentaria. Esta tecnología se utilizó para inactivar patógenos como *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes* en alimentos líquidos, y se encontró que las propiedades ópticas —como la turbidez y la absorban- cia— influyen en la eficacia del tratamiento. Además, se observó que la presencia de ácido ascórbico en las muestras redujo de forma significativa la eficiencia de la inactivación microbiana (Pihen *et al.*, 2023).

En productos avícolas, debido a la alta carga de patógenos como *Salmonella* y *Campylobacter*, se han analizado algunas tecnologías emergentes como el envasado en atmósferas modificadas (MAP), en el que el uso de nitrógeno previene la rancidez por oxidación y el dióxido de carbono actúa como un agente antimicrobiano principal. También se ha empleado irradiación,





que resulta eficaz contra una amplia gama de patógenos y reduce los microorganismos que causan el deterioro. Otra tecnología empleada ha sido la alta presión hidrostática (HPP), que no causa deterioro significativo de vitaminas, fitoquímicos y compuestos aromáticos esenciales, además de mejorar la apariencia y textura de la carne. Asimismo, se ha aplicado la bioconservación, técnica que ha mostrado gran potencia al demostrar actividad en concentraciones muy bajas de bacteriocinas y que, además de ser económica, permite que algunos microorganismos como las bacterias ácido-lácticas ofrezcan beneficios nutricionales y terapéuticos. Por último, el uso de envases antimicrobianos permite una liberación controlada y eficiente de conservantes (Silva *et al.*, 2018).

La atmósfera modificada también se empleó en camarón rojo, y se concluyó que el envasado con 100 % de nitrógeno inhibió eficazmente la melanosis y mostró ventajas en la preservación de algunos indicadores de calidad como el pH y los perfiles de aminoácidos libres, posicionándola como una alternativa viable para evitar los sulfitos y sus posibles riesgos para la salud (Bono *et al.*, 2016).

La criopreservación avanzada es un método que tiene un potencial significativo en el sector alimentario, dado que el uso de enfriamiento “isocórico” tiene la capacidad de reducir el uso de energía y mejorar la calidad de la conservación en comparación con la refrigeración tradicional. Por lo tanto, se perfila como una alternativa capaz de superar las limitaciones actuales, ya que permite un almacenamiento a largo plazo y mejora la seguridad alimentaria (Brister *et al.*, 2024).

El uso de tecnologías de procesamiento emergentes y no térmicas para la miel es un área de gran interés, ya que permite obtener un producto más parecido al crudo, preservando e incluso mejorando su actividad antioxidante y antimicrobiana. A diferencia de los métodos térmicos, las tecnologías no térmicas evitan cambios químicos indeseables, como la inactivación de enzimas (diastasa y glucosa oxidasa) y la cristalización, gracias a su menor impacto en los compuestos fenólicos. Un ejemplo es la alta presión hidrostática (HPP), que disminuye la formación de hidroximetilfurfural (HMF) y genera un efecto menor sobre el color en comparación con los tratamientos térmicos convencionales. No obstante, se requieren más estudios para determinar con mayor profundidad el impacto de estas tecnologías en la actividad biológica y la seguridad microbiana de la miel, así como para integrar su uso en el desarrollo de aplicaciones cosméticas y farmacéuticas (Scepankova *et al.*, 2021).

El procesamiento por alta presión hidrostática (HPP) se evaluó en diversas bacterias de origen alimentario, mostrando su capacidad para reducir la carga bacteriana con mínimos cambios en las características de los alimentos (Moreirinha *et al.*, 2016). Además, se estudia el potencial del quitosano como material auxiliar en envases alimentarios, con análisis de patentes que lo identifican como una tecnología emergente clave para prolongar la vida útil y conferir propiedades antibacterianas.

La manotermosonicación, una novedosa tecnología de conservación que combina calor, ultrasonido y presión, ha demostrado ser muy favorable para preservar vitaminas



como la riboflavina y la tiamina en la leche, causando únicamente pérdidas menores de ácido ascórbico y carotenoides en el jugo de naranja. Sin embargo, su principal desventaja es que altera y acelera las reacciones de pardeamiento no enzimático. Por ello, aunque es una tecnología prometedora por su capacidad para mantener el valor nutricional, su tendencia a intensificar el pardeamiento podría ser un obstáculo para su aplicación industrial; un efecto que, no obstante, podría mitigarse gracias a los tiempos de tratamiento más cortos que permite la propia tecnología (Vercet *et al.*, 2001).

Estos análisis orientan la investigación hacia métodos de conservación más sostenibles y combinados, con el fin de superar las limitaciones actuales y responder de manera integral y responsable a las crecientes demandas de seguridad y calidad alimentaria. El enfoque ya no será solamente la inactivación microbiana, sino también la preservación o el mejoramiento de compuestos bioactivos y la calidad sensorial del alimento.

CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico reveló un aumento en el número de publicaciones a partir del 2016, lo que sugiere un interés renovado y creciente en el tema. Portugal se posiciona como el país líder en producción científica, con el Instituto Superior Técnico y la Universidad de Lisboa a la cabeza de las instituciones más productivas. El análisis de redes de coocurrencia identificó tres clústeres temáticos: el primero (clúster rojo) se enfoca en los mecanismos de acción de

algunos métodos para el control bacteriano y la preservación de la actividad biológica de los alimentos; el segundo (clúster verde) aborda los aspectos de la seguridad alimentaria, con énfasis en la inactivación microbiana para garantizar la inocuidad de productos, y el tercero (clúster azul) constituye el núcleo central de la red, abarcando los conceptos generales de la preservación y el almacenamiento.

REFERENCIAS

Balthazar, C. F., Cabral, L., Guimarães, J. T., Noronha, M. F., Cappato, L. P., Cruz, A. G., y Sant'Ana, A. S. (2022). Conventional and ohmic heating pasteurization of fresh and thawed sheep milk: Energy consumption and assessment of bacterial microbiota during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 76, 102947 . <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102947>





- Bono, G., Okpala, C. O. R., Alberio, G. R. A., Messina, C. M., Santulli, A., Giacalone, G., y Spagna, G. (2016). Toward shrimp consumption without chemicals: Combined effects of freezing and modified atmosphere packaging (MAP) on some quality characteristics of Giant Red Shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*) during storage. *Food Chemistry*, 197, 581-588. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.146>
- Brister, E., Thompson, P. B., Wolf, S. M., y Bischof, J. C. (2024). Advanced cryopreservation as an emergent and convergent technological platform. *Technology in Society*, 79, 102754. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102754>
- Elias, M. I., Madureira, J., Santos, P. M. P., Carolino, M. M., Margaça, F. M. A., y Cabo Verde, S. (2020). Preservation treatment of fresh raspberries by e-beam irradiation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 66, 102487. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102487>
- Guerreiro, D., Madureira, J., Silva, T., Melo, R., Santos, P. M. P., Ferreira, A., Trigo, M. J., Falcão, A. N., Margaça, F. M. A., y Cabo Verde, S. (2016). Post-harvest treatment of cherry tomatoes by gamma radiation: Microbial and physicochemical parameters evaluation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 36, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.05.008>
- Harizi, N., Madureira, J., Haffani, Y. Z., Zouari, A., Ayadi, M. A., Verde, S. C., y Boudhrioua, N. (2023). E-beam irradiation of defatted liquid camel and cow milk fractions: Antiproliferative, antidiabetic and antioxidant activities. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 89, 103457. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103457>
- Madureira, J., Severino, A., Cojocar, M., Garofalide, S., Santos, P. M. P., Carolino, M. M., Margaça, F. M. A., y Cabo Verde, S. (2019). E-beam treatment to guarantee the safety and quality of cherry tomatoes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 55, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.05.013>
- Melo, A. M. de, Almeida, F. L. C., Cavalcante, A. M. de M., Ikeda, M., Barbi, R. C. T., Costa, B. P., y Ribani, R. H. (2021). *Garcinia brasiliensis* fruits and its by-products: Antioxidant activity, health effects and future food industry trends: A bibliometric review. *Trends in Food Science and Technology*, 112, 325-335. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.005>
- Moreirinha, C., Almeida, A., Saraiva, J. A., y Delgadillo, I. (2016). High-pressure processing effects on foodborne bacteria by mid-infrared spectroscopy analysis. *LWT*, 73, 212-218. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.041>
- Ordoñez-Losada, L., Gómez-Ríos, D., y Ramírez Malule, H. D. (2024). Análisis bibliométrico de tecnologías para la valorización de residuos sólidos urbanos y su potencial en el contexto colombiano. *Ingeniería y Competitividad*, 26(2). <https://doi.org/10.25100/iyc.v26i2.13225>



- Paucar-Menacho, L., Moreno-rojo, C., y Chuqui-Diestra, S. (2024). Tecnologías emergentes no térmicas en la industria alimentaria: Avances y potenciales aplicaciones en el procesamiento de alimentos. *Scientia Agropecuaria*, 15(1), 65-83. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.006>
- Pihen, C., Mani-López, E., López-Malo, A., y Ramírez-Corona, N. (2023). Modeling non isothermal pathogen inactivation during liquid foods processing by pulsed light technology. *Journal of Food Process Engineering*, 47(1), e14521. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14521>
- Rahman, M. S. (ed.). (2007). *Handbook of food preservation*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420017373>
- Ribeiro, N. G., Xavier-Santos, D., Campelo, P. H., Guimarães, J. T., Pimentel, T. C., Duarte, M. C. K. H., Freitas, M. Q., Esmerino, E. A., Silva, M. C., y Cruz, A. G. (2022). Dairy foods and novel thermal and non-thermal processing: A bibliometric analysis. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 76, 102934. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102934>
- Scepankova, H., Pinto, C. A., Paula, V., Estevinho, L. M., y Saraiva, J. A. (2021). Conventional and emergent technologies for honey processing: A perspective on microbiological safety, bioactivity, and quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(6), 5393-5420. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12848>
- Silva, F., Domingues, F. C., y Nerín, C. (2018). Trends in microbial control techniques for poultry products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(4), 591-609. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1206845>
- Vercet, A., Burgos, J., y López-Buesa, P. (2001). Manothermosonication of foods and food-resembling systems: Effect on nutrient content and nonenzymatic browning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(1), 483-489. <https://doi.org/10.1021/jf000438i>