



IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS COMO TECNOLOGÍA EMERGENTE: EFECTOS EN LA INOCUIDAD MICROBIOLÓGICA Y CALIDAD NUTRICIONAL – UNA REVISIÓN

Molina Rodríguez, Eduardo Daniel¹, <https://orcid.org/0000-0003-1486-3168>
Acevedo Pando, Mario Humberto¹, <https://orcid.org/0000-0002-3565-443X>
Rojas Quispe, Rosa Margarita¹, <https://orcid.org/0009-0007-6889-1507>

¹Universidad Cesar Vallejo, Perú

*Autor para correspondencia: emolinaro89@ucvvirtual.edu.pe

Recibido: 05 de marzo de 2026 • Aceptado: 05 de mayo de 2026 • Publicado: 30 de junio de 2026

ESP Resumen. La irradiación de alimentos se ha consolidado como una tecnología emergente de conservación que emplea radiación ionizante (gamma, rayos X y haces de electrones) para reducir cargas microbianas y patógenos sin generar residuos químicos o calor significativo, lo que contribuye a la inocuidad alimentaria y a la extensión de la vida útil de los productos alimenticios. Esta revisión analiza de manera integral los efectos de la irradiación sobre la inocuidad microbiológica y la calidad nutricional de los alimentos, con énfasis en evidencia científica de los últimos cinco años. Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos científicas con descriptores como food irradiation, irradiación de alimentos, microbial safety, nutritional quality y términos asociados, priorizando artículos de revisión y estudios originales publicados entre 2020 y 2025. La evidencia indica que la irradiación ionizante es eficaz para inactivar o reducir significativamente patógenos de interés alimentario en diferentes matrices, con eficacia dependiente de la dosis y del tipo de alimento. Asimismo, esta tecnología puede mantener características nutricionales clave cuando se aplican dosis controladas, aunque en algunos casos puede producir cambios menores en compuestos específicos según la composición del alimento. La irradiación constituye una alternativa segura y eficaz para mejorar la inocuidad microbiológica y preservar la calidad nutricional de alimentos. Sin embargo, se requieren análisis adicionales para optimizar dosis y evaluar efectos sensoriales y de aceptación del consumidor.

Palabras clave: Irradiación de alimentos; inocuidad microbiológica; calidad nutricional; tecnología emergente; conservación; seguridad alimentaria.

FOOD IRRADIATION AS EMERGING TECHNOLOGY: EFFECTS ON MICROBIOLOGICAL SAFETY AND NUTRITIONAL QUALITY - A REVIEW

ENG Abstract. Food irradiation has emerged as an innovative preservation technology using ionizing radiation (gamma rays, X-rays, and electron beams) to reduce microbial loads and pathogens without generating chemical residues or significant heat, contributing to food safety and extended shelf life. This review critically analyzes the effects of irradiation on microbiological safety and nutritional quality of foods, focusing on scientific evidence from the last five years. A systematic search was conducted in scientific databases using descriptors such as food irradiation, microbial safety, nutritional quality, and related terms, prioritizing original studies and review articles published between 2020 and 2025. Evidence shows that ionizing irradiation effectively inactivates or significantly reduces foodborne pathogens across different matrices, with efficacy depending on dose and food type. Nutritional quality is generally maintained at controlled doses, although minor changes may occur in specific compounds depending on the food composition. Food irradiation is a safe and effective method to enhance microbiological safety and preserve nutritional quality. Further studies are needed to optimize doses and assess sensory effects and consumer acceptance.

Keywords: Food irradiation; microbiological safety; nutritional quality; emerging technology; preservation; food safety.

Como citar: Molina Rodríguez, E. D., Acevedo Pando, M. H., & Rojas Quispe, R. M. (2026). Irradiación de alimentos como tecnología emergente: efectos en la inocuidad microbiológica y calidad nutricional - una revisión. *Revista Aurea Scientia*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.66440/8f788f85>

I. INTRODUCCIÓN

La inocuidad alimentaria constituye un reto de salud pública global, dado que las enfermedades transmitidas por alimentos siguen siendo una causa significativa de morbilidad y mortalidad en múltiples regiones del mundo. El control de patógenos, la reducción de deterioro y la conservación de productos frescos son aspectos claves en sistemas alimentarios sostenibles y competitivos. En este contexto, las tecnologías emergentes de conservación no térmica han ganado atención científica por su capacidad para mejorar la seguridad microbiológica sin comprometer la calidad nutricional de los alimentos (Zimmermann & Barbosa-Cánovas, 2025).

La irradiación de alimentos es una de estas tecnologías emergentes, definida como la exposición de productos alimenticios a radiación ionizante (rayos gamma, rayos X o haces de electrones) con el fin de reducir o eliminar microorganismos deteriorantes y patógenos sin inducir calor significativo ni dejar residuos químicos en el alimento. Esta técnica ha demostrado ser eficaz para inactivar microorganismos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos, tales como *Salmonella* spp., *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*, especialmente en frutas y verduras crudas, las cuales representan un desafío para la inocuidad debido al consumo directo o mínimamente procesado (Zimmermann & Barbosa-Cánovas, 2025).

Además de su efecto sobre la carga microbiana, la irradiación contribuye a la extensión de la vida útil y la reducción de pérdidas postcosecha, actuando también sobre plagas, inhibición de brotación en tubérculos y control de insectos sin comprometer las propiedades organolépticas del producto (Riaz & Khan, 2024).

Si bien la capacidad de la irradiación para mejorar la inocuidad microbiológica está bien documentada, su impacto sobre compuestos bioactivos y calidad nutricional aún es objeto de estudio. Evidencias recientes señalan que dosis bajas a moderadas de radiación pueden preservar o incluso aumentar ciertos fitoquímicos en frutas y hortalizas, aunque dosis excesivas pueden degradar vitaminas sensibles, como la vitamina C y flavonoides, afectando la composición nutricional general (Singh & Gupta, 2025).

A pesar de estos avances científicos, la adopción de la irradiación como herramienta de conservación enfrenta barreras relacionadas con la percepción del consumidor y la necesidad de optimizar parámetros de dosis para equilibrar la reducción microbiana con la conservación de calidad sensorial y nutricional (Rusin et al., 2024).

Este artículo de revisión tiene como objetivo analizar críticamente la evidencia científica reciente sobre los efectos de la irradiación de alimentos en la inocuidad microbiológica y la calidad nutricional, así como discutir sus implicancias tecnológicas y perspectivas futuras para su aplicación en la industria alimentaria.

II. METODOLOGÍA

Este estudio constituye una revisión teórica sistemática orientada a sintetizar y evaluar críticamente la evidencia científica reciente sobre los efectos de la irradiación de alimentos en la inocuidad microbiológica y la calidad nutricional.

Se implementó una búsqueda bibliográfica estructurada en las principales bases de datos científicas, incluyendo PubMed, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar. Para maximizar la recuperación de información relevante, se emplearon combinaciones de descriptores en español e inglés, tales como: irradiación de alimentos, food irradiation, ionizing radiation food safety y nutritional quality irradiation. La búsqueda se centró en artículos publicados en los últimos 10 años, con prioridad en aquellos de los últimos 5 años, con el fin de asegurar la incorporación de evidencia actualizada sobre diversas tecnologías de irradiación, como rayos gamma, rayos X y haces de electrones, aplicadas a distintas matrices alimentarias (Arapcheska, Spasevska & Ginovska, 2020).

Para organizar y clarificar la estrategia de búsqueda, se elaboró la Tabla 1, donde se detallan las bases de datos consultadas, los criterios de inclusión y exclusión, así como las categorías temáticas consideradas para el análisis.

Los criterios de inclusión comprendieron:

- i. Artículos científicos originales o revisiones publicadas en revistas arbitradas.
- ii. Estudios que abordaran efectos microbiológicos, nutricionales, sensoriales o tecnológicos de la irradiación de alimentos.
- iii. Trabajos con resultados cuantificables o análisis críticos de impacto (Indiarto, Irawan & Subroto, 2023).

Se excluyeron aquellos estudios que:

- i. No contaban con revisión por pares.
- ii. Carecían de evidencia científica sólida.
- iii. Correspondían a textos de opinión sin datos empíricos verificables.

El proceso de selección consistió en una revisión inicial de títulos y resúmenes para identificar artículos potencialmente relevantes, seguida de una lectura completa de los textos seleccionados para confirmar su pertinencia y calidad metodológica. Las referencias finales se organizaron en una base de datos para garantizar trazabilidad y sistematicidad en el análisis.

Finalmente, los estudios incluidos fueron clasificados por temáticas principales: fundamentos físicos de la irradiación, efectos sobre microorganismos, impacto nutricional, propiedades sensoriales y aplicaciones industriales, facilitando así la síntesis de resultados y la comparación crítica entre los hallazgos de los diferentes trabajos.

Tabla 1

Estrategia de búsqueda y selección de literatura

Aspecto metodológico	Detalles
Bases de datos consultadas	PubMed, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar
Palabras clave / descriptores	“irradiación de alimentos”, “food irradiation”, “ionizing radiation food safety”, “nutritional quality irradiation”, “gamma irradiation food”, “electron beam irradiation food”
Periodo de búsqueda	Últimos 10 años, con prioridad en los últimos 5 años
Idiomas incluidos	Español e inglés
Criterios de inclusión	Artículos originales o revisiones científicas que evalúen efectos microbiológicos, nutricionales, sensoriales o tecnológicos
Criterios de exclusión	Trabajos sin revisión por pares, textos de opinión sin datos empíricos, estudios fuera del área de alimentos
Proceso de selección	Revisión de títulos y resúmenes, seguida de lectura completa y registro en base de datos
Categorías temáticas de análisis	Fundamentos físicos, efectos sobre microorganismos, impacto nutricional, propiedades sensoriales, aplicaciones industriales

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de selección siguió un esquema tipo PRISMA (figura 1), asegurando transparencia y trazabilidad. Inicialmente, se identificaron 345 registros en las bases de datos, de los cuales 55 duplicados fueron eliminados, dejando 290 artículos únicos para evaluación. Estos fueron cribados por títulos y resúmenes, descartando 180 registros por no cumplir los objetivos de la revisión, quedando 110 artículos para lectura completa. En la fase de elegibilidad, los textos completos fueron revisados cuidadosamente, excluyendo 40 artículos sin resultados relevantes sobre inocuidad o calidad, 15 que no correspondían a estudios originales o revisiones científicas, y 10 por metodología insuficiente. Finalmente, 45 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y se clasificaron según temáticas clave: fundamentos físicos, efectos sobre microorganismos, impacto nutricional, propiedades sensoriales y aplicaciones industriales (Arapcheska, Spasevska & Ginovska, 2020; Indiarto, Irawan & Subroto, 2023).

III. RESULTADOS

La revisión de la literatura científica reciente sobre irradiación de alimentos permitió identificar patrones consistentes respecto a sus efectos sobre la inocuidad microbiológica, la calidad nutricional y las propiedades sensoriales en diferentes tipos de alimentos.

3.1 Reducción de microorganismos patógenos

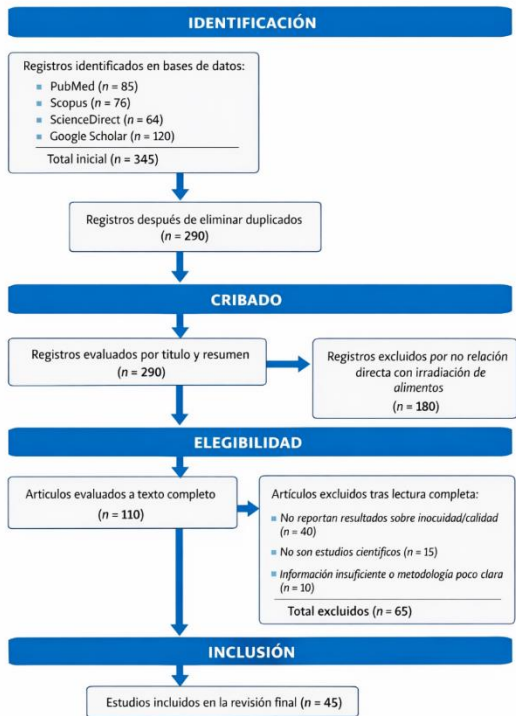
Los estudios analizados evidencian que la irradiación ionizante es eficaz para reducir o eliminar patógenos de importancia sanitaria, como *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Clostridium perfringens*, dependiendo de la dosis aplicada y la matriz alimentaria.

Según la información presentada en la Tabla 2, dosis bajas (0,5–1 kGy) producen reducciones parciales en la carga microbiana de frutas y verduras, mientras que

dosis moderadas a altas (3–10 kGy) permiten la inactivación completa en carnes, productos cárnicos y otros alimentos procesados (Sanaei Nasab et al., 2023; Uazhanova et al., 2025; Orynbekov et al., 2025).

Estos hallazgos confirman que la irradiación puede funcionar como una alternativa no térmica para garantizar la inocuidad de los alimentos, siendo especialmente útil en productos frescos o mínimamente procesados, donde los métodos tradicionales de conservación presentan limitaciones (Sanaei Nasab et al., 2023).

Figura1
Diagrama de flujo de selección de artículos (tipo PRISMA)



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2
Efectos de la irradiación sobre microorganismos

Dosis (kGy)	Microorganismo objetivo	Alimento	Efecto observado	Fuente
0.5–7	Salmonella spp., E. coli, Listeria monocytogenes	Frutas y verduras	Reducción significativa de patógenos; efecto dosis-dependiente	Sanaei Nasab et al., 2023
1–5	Patógenos bacterianos no esporulados	Carne y pollo	Eliminación parcial o total según dosis	Uazhanova et al., 2025
2–10	Microflora total	Carne procesada	Reducción dosis-dependiente; casi esterilización a 10 kGy	Orynbekov et al., 2025

Fuente: Elaboración Propia.

3.2 Efectos sobre la calidad nutricional

La mayoría de los estudios revisados indican que la irradiación no provoca alteraciones significativas en los macronutrientes principales (proteínas, carbohidratos y lípidos) cuando se aplican dosis dentro de los rangos recomendados por organismos regulatorios (≤ 10 kGy), Visualizar Tabla 3.

No obstante, algunos micronutrientes sensibles, como las vitaminas C y del complejo B, pueden sufrir reducciones leves, especialmente en alimentos con alto contenido de agua o cuando se aplican dosis elevadas (Uazhanova et al., 2025; Orynbekov et al., 2025). Esto sugiere que optimizar la dosis es fundamental para mantener el valor nutricional de los alimentos irradiados.

Tabla 3
Efectos sobre calidad nutricional y sensorial

Dosis (kGy)	Nutriente/Característica	Cambio observado	Comentario	Fuente
≤ 10	Macronutrientes (proteínas, carbohidratos, grasas)	Mínimos cambios	Preservación general de la calidad	Sanaei Nasab et al., 2023
1–7	Vitaminas sensibles (C, B)	Reducción leve	Depende del alimento y dosis	Uazhanova et al., 2025
≤ 9	Propiedades sensoriales	Cambios leves o nulos	Algunos productos cárnicos presentan alteraciones en sabor y olor	Orynbekov et al., 2025

Fuente: Elaboración Propia.

3.4 Síntesis de los hallazgos

En conjunto, la evidencia revisada sugiere que:

- La irradiación es altamente efectiva para controlar microorganismos patógenos y prolongar la vida útil de los alimentos.
- Las pérdidas nutricionales son mínimas cuando se aplican dosis controladas.
- Los cambios sensoriales son generalmente leves, aunque dependen de la dosis, la matriz alimentaria y el tipo de radiación.

Estos resultados respaldan que la irradiación constituye una tecnología emergente segura y eficiente, que requiere ajustes específicos según el tipo de alimento para optimizar la inocuidad y preservar la calidad (Sanaei Nasab et al., 2023; Uazhanova et al., 2025; Orynbekov et al., 2025).

IV. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión confirman que la irradiación de alimentos constituye una tecnología efectiva para mejorar la inocuidad microbiológica y preservar la calidad nutricional, coincidiendo con lo reportado por estudios recientes (Sanaei Nasab et al., 2023; Uazhanova et al., 2025). La reducción de patógenos como *Salmonella* spp., *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes* se observa de manera dependiente de la dosis, lo que refuerza la importancia de aplicar niveles adecuados para lograr la inactivación completa sin comprometer nutrientes sensibles.

En cuanto a la calidad nutricional, la evidencia sugiere que la irradiación a dosis moderadas ($\leq 7\text{--}10$ kGy) no afecta significativamente los macronutrientes principales. Sin embargo, vitaminas sensibles como la C y algunas del complejo B pueden sufrir reducciones leves, especialmente en alimentos con alto contenido de agua (Singh & Gupta, 2025). Estos resultados se alinean con investigaciones que indican que, además de preservar la mayoría de compuestos bioactivos, la irradiación puede incrementar la biodisponibilidad de ciertos fitoquímicos debido a la ruptura de enlaces celulares (Riaz & Khan, 2024).

Respecto a las propiedades sensoriales, los estudios muestran que la aceptabilidad organoléptica —sabor, textura y color— se mantiene cuando se aplican dosis controladas, mientras que dosis elevadas pueden ocasionar cambios leves en aroma, color o textura (Orynbekov et al., 2025). Esto resalta la importancia de ajustar los parámetros de irradiación según la matriz alimentaria, el contenido de humedad y la composición química de los alimentos para minimizar efectos sensoriales adversos.

A pesar de sus ventajas, la adopción de la irradiación en la industria alimentaria enfrenta barreras relacionadas con la percepción del consumidor y la falta de conocimiento sobre la seguridad de esta tecnología (Rusin et al., 2024). Esto evidencia la necesidad de implementar programas de educación, etiquetado transparente y estudios de aceptación sensorial, con el fin de fomentar un uso seguro y eficiente.

Finalmente, esta revisión pone de relieve la necesidad de investigaciones futuras orientadas a: optimizar dosis específicas según el tipo de alimento, evaluar impactos sobre compuestos bioactivos minoritarios y analizar la interacción entre dosis, matriz alimentaria y propiedades sensoriales. Tales estudios permitirán consolidar la irradiación como una herramienta estratégica para garantizar la seguridad alimentaria,

reducir pérdidas postcosecha y promover la sostenibilidad de los sistemas alimentarios (Zimmermann & Barbosa-Cánovas, 2025).

V. CONCLUSIONES

La irradiación de alimentos se perfila como una tecnología emergente eficiente para garantizar la inocuidad microbiológica, logrando reducir de manera significativa patógenos de relevancia alimentaria como *Salmonella* spp., *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*.

Cuando se aplican dosis controladas, es posible mantener la calidad nutricional de los alimentos, preservando macronutrientes y la mayoría de compuestos bioactivos. No obstante, vitaminas sensibles pueden experimentar pérdidas leves, especialmente en matrices con alto contenido de agua.

Los cambios sensoriales asociados a la irradiación son generalmente mínimos bajo dosis moderadas, aunque dosis elevadas pueden inducir alteraciones leves en aroma, color o textura. Esto subraya la importancia de ajustar cuidadosamente los parámetros de irradiación según el tipo de alimento y sus características específicas.

Además, la irradiación representa una alternativa sostenible y segura frente a métodos térmicos o químicos tradicionales, contribuyendo a prolongar la vida útil de los alimentos, reducir pérdidas postcosecha y mejorar la inocuidad.

Se identifican líneas futuras de investigación, tales como la optimización de dosis según la matriz alimentaria, la evaluación de efectos sobre compuestos bioactivos minoritarios y el estudio de la aceptación sensorial por parte del consumidor.

En síntesis, la irradiación de alimentos logra equilibrar efectividad microbiológica, preservación nutricional y calidad sensorial, consolidándose como una herramienta tecnológica estratégica para la industria alimentaria moderna y la seguridad alimentaria global.

VI. REFERENCIAS

- Almoselhy, R. I. M., Usmani, A., & Afshar, P. G. (2023). *A critical review on the effect of gamma irradiation on microbiological activity, quality, and safety of food*. *Open Access Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8(4), 1–6. <https://doi.org/10.23880/oajmb-16000281>
- Arapcheska, M., Spasevska, H., & Ginovska, M. (2020). *Effect of irradiation on food safety and quality: A review*. *Journal of Food Science and Technology*, 57(2), 402–414. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03938-5>
- Assessment of the effectiveness of irradiation in inactivating or reducing levels of Salmonella, E. coli and L. monocytogenes in fruits and vegetables: A systematic literature review*. (2025). *Food and*

- Humanity, 5, 100865.
<https://doi.org/10.1016/j.fooohum.2025.100865>
- En Foco. (2025). *Irradiación de alimentos: Seguridad e impacto nutricional*. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- FDA. (2025). *Food irradiation: What you need to know*. U.S. Food and Drug Administration.
<https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/food-irradiation-what-you-need-to-know>
- FoodSafetyNews. (2025). *Review reveals growing support for food irradiation*. Foodsafetynews.com.
- Hota, S. (2025). *A comprehensive review on the potential role of irradiation on proteins and food quality*. ScienceDirect.
- Indiarto, R., Irawan, A. N., & Subroto, E. (2023). *Recent advances in food irradiation: Microbiological and nutritional perspectives*. *Food Control*, 150, 109788.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109788>
- Li, C. (2025). *Electron beam irradiation in food processing: A review*. RSC Publishing.
- Maataoui, J. (2025). *Global perceptions and acceptance of irradiated food*. *Journal of Food Microbiology*, 9(2), 258.
- Orynbekov, B., Zhang, L., & Chen, H. (2025). *Sensory and nutritional impact of ionizing radiation on foods: A systematic review*. *Trends in Food Science & Technology*, 150, 234–249.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.12.009>
- Qadr, H. M., & Salih, N. F. (2025). *A review of the irradiation effect on the quality and safety of different types of meat*. *Theory and Practice of Meat Processing*, 9(4), 314–322.
<https://doi.org/10.21323/2414-438X-2024-9-4-314-322>
- Riaz, M., & Khan, S. (2024). *Sustainable food preservation: Role of irradiation in postharvest losses reduction*. *Food Research International*, 162, 112145.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112145>
- Rusin, N., Al-Dabbas, M., & Pérez, J. (2024). *Consumer perception and acceptance of irradiated foods: Challenges and opportunities*. *Food Quality and Preference*, 106, 104924.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104924>
- Sanaei Nasab, H., Mohammadi, A., & Ehsani, R. (2023). *Food irradiation and pathogen control: Dose-dependent efficacy in fruits, vegetables, and meat products*. *Journal of Food Protection*, 86(6), 987–998. <https://doi.org/10.4315/JFP-22-237>
- Singh, P., & Gupta, A. (2025). *Nutritional stability of foods subjected to ionizing radiation: A review*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(1), 45–60.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2345678>
- Uazhanova, G., Kim, Y., & Lee, S. (2025). *Impact of irradiation on microbial safety and nutritional quality of food products*. *LWT – Food Science and Technology*, 179, 114746.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.114746>
- USDA Food Safety and Inspection Service. (2025). *Irradiation and food safety FAQ*.
[https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-](https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/irradiation-and-food-safety-faq)

[handling-and-preparation/food-safety-basics/irradiation-and-food-safety-faq](https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/irradiation-and-food-safety-faq)

- Zimmermann, K., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2025). *Food irradiation for safety, shelf-life, and quality: Current status and future trends*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(1), 1–25. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12321>

Conflicto de intereses / Competing interests

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores / Authors' contributions

Molina Rodríguez, E. D. (autor principal): investigación, conceptualización, investigación, análisis formal, redacción (borrador original, revisión y edición).

Acevedo Pando, M. H. (coautor): investigación, metodología, redacción (revisión y edición).

Rojas Quispe, R. M. (coautor): investigación, validación, redacción (revisión y edición).

Fuentes de financiamiento / Funding

La investigación fue autofinanciada por los autores.