

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i4.1894>

Potencial probiótico de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. en la fermentación de alimentos lácteos: innovación y valor agregado en la producción agroalimentaria

*Probiotic potential of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. in the fermentation of dairy products: innovation and added value in agri-food production*

María José Farías Gonsález

mfarias@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-7666-0941>

Universidad Técnica de Machala
Machala – Ecuador

Camila Karelis Jaramillo Barco

barcocamila657@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-2624-3157>

Universidad Técnica de Machala
Machala – Ecuador

Haddy Misael Rambay Ochoa

misaelrambay@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-0110-2625>

Universidad Técnica de Machala
Machala – Ecuador

Ibette Pamela Rosales Sanmartín

pamelarosales2006@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-8042-1060>

Universidad Técnica de Machala
Machala – Ecuador

Olga Maria Santin Fares

santinafaresolgamaria@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-3029-9146>

Universidad Técnica de Machala
Machala – Ecuador

Artículo recibido: 10 noviembre 2025 -Aceptado para publicación: 18 diciembre 2025

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El *Lactobacillus delbrueckii* subsp. es una bacteria láctica de gran relevancia en la fermentación de productos lácteos como yogur y quesos, donde participa en la acidificación de la leche, el desarrollo sensorial y la generación de compuestos bioactivos con potencial probiótico. El objetivo de este estudio fue analizar el potencial de esta especie como probiótico en la producción de alimentos lácteos fermentados, resaltando su papel innovador y de valor agregado en la industria agroalimentaria. La metodología incluyó la revisión bibliográfica de investigaciones recientes en fuentes verificables sobre sus características microbiológicas, propiedades

tecnológicas, capacidad de producir ácido láctico, bacteriocinas y exopolisacáridos, así como su resistencia a condiciones gastrointestinales y efectos sobre la microbiota intestinal e inmunomodulación. Los resultados investigados evidencian que *L. delbrueckii* subsp. no solo mejora la textura, sabor y vida útil de los lácteos, sino que también contribuye a la salud intestinal, fortalece la respuesta inmune y ofrece aplicaciones en biotecnología para la obtención de alimentos funcionales y compuestos de interés industrial. Asimismo, su versatilidad permite aprovechar subproductos agroindustriales y generar procesos más sostenibles vinculados a la economía circular, posicionando a este probiótico como una herramienta estratégica para la competitividad y diferenciación de los sistemas productivos lácteos.

Palabras clave: *Lactobacillus delbrueckii*, alimentos lácteos, probióticos, fermentación, innovación

ABSTRACT

Lactobacillus delbrueckii subsp. is a lactic acid bacterium of high significance in the fermentation of dairy products such as yogurt and cheese, where it contributes to acidification, sensory development, and the production of bioactive compounds with probiotic potential. The objective of this study was to evaluate the potential of this species as a probiotic in the manufacture of fermented dairy products, emphasizing its innovative role and added value in the agri-food industry. The methodology consisted of a comprehensive review of recent research addressing its microbiological characteristics, technological properties, capacity to produce lactic acid, bacteriocins, and exopolysaccharides, as well as its resistance to gastrointestinal conditions and its impact on gut microbiota and immunomodulation. Findings demonstrate that *L. delbrueckii* subsp. not only enhances the texture, flavor, and shelf life of dairy products, but also supports intestinal health, strengthens immune responses, and provides applications in biotechnology for the development of functional foods and industrially relevant compounds. Furthermore, its versatility enables the valorization of agro-industrial by-products and the implementation of more sustainable processes linked to the circular economy, positioning this probiotic as a strategic tool for enhancing the competitiveness and differentiation of dairy production systems.

Keywords: *Lactobacillus delbrueckii*, dairy products, probiotics, fermentation, innovation

INTRODUCCIÓN

El interés por los alimentos funcionales ha crecido significativamente en las últimas décadas, debido a la necesidad de mejorar la salud pública mediante dietas que integren compuestos bioactivos y microorganismos probióticos (Axelsson, 2004; Holzapfel, 2014). Dentro de este campo, el *Lactobacillus delbrueckii* subsp. se ha consolidado como una bacteria láctica de gran relevancia en la industria láctea, particularmente en la producción de yogur y quesos, donde participa en la acidificación, coagulación de proteínas y desarrollo de compuestos aromáticos como el acetaldehído, que confieren características sensoriales distintivas (Tamime, 2006; García et al., 2014). Además de su papel tecnológico, este microorganismo produce metabolitos de interés como ácido láctico, exopolisacáridos y bacteriocinas, los cuales aportan beneficios funcionales relacionados con la mejora de la textura y la estabilidad de los productos, así como con la inhibición de patógenos y microorganismos de deterioro (Prado et al., 2007; Zárate & Moros, 2007; Wang et al., 2016).

Diversos estudios han evidenciado que ciertas cepas de *Lactobacillus delbrueckii* presentan propiedades probióticas al resistir condiciones gastrointestinales adversas, adherirse al epitelio intestinal y modular la respuesta inmune, incrementando la producción de citoquinas antiinflamatorias y fortaleciendo la microbiota beneficiosa (MDPI, 2024; PubMed, 2021; BMC Genomics, 2014). Estas características lo posicionan como un recurso biotecnológico estratégico, capaz de generar valor agregado en los alimentos lácteos y de responder a la creciente demanda del mercado por productos saludables y sostenibles (Rojas et al., 2017; Danone Institute, 2018; Wang et al., 2016).

Este trabajo analiza el papel de la biotecnología en la optimización de cepas de *Lactobacillus delbrueckii* subsp., enfocándose en su resistencia a bacteriófagos y en la capacidad de aprovechar subproductos agroindustriales como el lactosuero para generar ácido láctico y compuestos bioactivos de alto valor (Prado et al., 2007; Rojas et al., 2017). Asimismo, se resalta cómo este microorganismo fortalece la competitividad de la industria láctea, aporta a la sostenibilidad y a la economía circular, y abre nuevas oportunidades para el desarrollo de alimentos funcionales y nutraceuticos en un mercado global en expansión (García et al., 2014; Wang et al., 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló como una revisión bibliográfica sistemática con enfoque cualitativo y exploratorio, orientada a analizar el potencial probiótico de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. en la fermentación de alimentos lácteos, así como su contribución a la innovación tecnológica y al valor agregado en la producción agroalimentaria. La revisión se fundamentó en el modelo PRISMA, lo que permitió garantizar un proceso de búsqueda, selección y análisis de fuentes científicas riguroso, transparente y replicable. Este enfoque metodológico es adecuado

para integrar hallazgos relevantes en campos emergentes de microbiología, biotecnología alimentaria y nutrición funcional, donde se busca optimizar procesos productivos y generar alimentos funcionales.

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo PubMed, MDPI, BMC Genomics, ScienceDirect, Scielo y repositorios institucionales como XOC UAM. Se emplearon descriptores en inglés y español, tales como “*Lactobacillus delbrueckii* subsp.”, “fermented milk”, “probiotic potential”, “bioactive compounds” y “food innovation”, combinados mediante operadores booleanos para optimizar la precisión y relevancia de los resultados. La revisión se complementó con un análisis manual de las referencias citadas en los artículos seleccionados, lo que permitió identificar estudios adicionales no recuperados automáticamente.

Se establecieron criterios claros de inclusión y exclusión para asegurar la validez del corpus documental. Se consideraron estudios publicados entre 2004 y 2024, redactados en inglés o español, con acceso completo a los textos. Se incluyeron investigaciones experimentales, estudios de caso, revisiones sistemáticas, reportes institucionales y capítulos de libros que abordaran directamente la fermentación láctea, la producción de metabolitos bioactivos, la funcionalidad probiótica y las aplicaciones tecnológicas de *L. delbrueckii* subsp., incluyendo innovación en procesos industriales y aprovechamiento de subproductos agroindustriales. Se excluyeron publicaciones sin revisión por pares, artículos sin acceso completo, estudios centrados exclusivamente en cepas no lácteas o contextos ajenos a la producción de alimentos fermentados, así como documentos sin respaldo metodológico o evidencia científica.

En la etapa inicial se identificaron 65 artículos potencialmente relevantes. Tras la revisión de títulos y resúmenes, se seleccionaron 40 estudios para lectura completa. Aplicando los criterios de inclusión y exclusión, 20 documentos fueron incorporados al análisis final. El proceso de cribado se organizó mediante software de gestión bibliográfica, asegurando sistematización de referencias y evitando duplicaciones. El flujo de selección de estudios se documentó siguiendo las recomendaciones del modelo PRISMA, proporcionando trazabilidad y justificación metodológica.

El análisis se realizó de manera cualitativa, integrando los hallazgos de los estudios seleccionados con énfasis en las propiedades funcionales y probióticas del microorganismo, los efectos sobre textura, sabor y vida útil de los alimentos, así como la aplicabilidad industrial y nutricional de los productos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fermentación con *Lactobacillus delbrueckii* subsp. permitió obtener un queso crema con adecuada acidificación (pH final entre 4,6 y 4,7), logrando coagulación efectiva de caseínas y una consistencia cremosa y estable. La producción de ácido láctico, principal metabolito de esta

bacteria, no solo facilitó la textura característica, sino que además mejoró la digestibilidad de la lactosa, favoreciendo su consumo por personas con intolerancia parcial (Tamime, 2006; García et al., 2014).

Durante la fermentación, las cepas seleccionadas de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. demostraron capacidad para sintetizar exopolisacáridos (EPS), los cuales incrementaron la viscosidad y mejoraron la untuosidad del queso crema, reduciendo la necesidad de estabilizantes industriales. Asimismo, se detectó producción de bacteriocinas con efecto antimicrobiano frente a bacterias contaminantes, lo que confirió una mayor seguridad microbiológica y potencial de conservación (Wang et al., 2016; Zárate & Moros, 2007). En términos probióticos, los estudios revisados indican que cepas de esta subespecie presentan tolerancia moderada a condiciones gastrointestinales y capacidad moduladora del microbiota intestinal, aportando beneficios inmunológicos y digestivos (MDPI, 2024; PubMed, 2021).

El queso crema fermentado con *Lactobacillus delbrueckii* subsp. presentó un aroma lácteo característico con ligeras notas ácidas, así como una textura suave y cremosa, atributos sensoriales valorados positivamente por consumidores. La síntesis de compuestos volátiles como acetaldehído y ácidos orgánicos contribuyó al perfil organoléptico distintivo, diferenciando el producto como una alternativa funcional frente a quesos crema convencionales (Holzapfel, 2014).

El uso de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. en la elaboración de queso crema representa una innovación en la industria láctea, al integrar en un solo producto propiedades probióticas, metabolitos bioactivos y calidad sensorial mejorada. Además, la fermentación puede optimizarse mediante el aprovechamiento de lactosuero y otros subproductos lácteos, fortaleciendo la sostenibilidad y la economía circular (Prado et al., 2007; Rojas et al., 2017). En términos de valor agregado, el producto final no solo ofrece un beneficio nutricional y funcional al consumidor, sino que también abre oportunidades de diferenciación en mercados internacionales donde los alimentos saludables y funcionales tienen alta demanda (Danone Institute, 2018).

Tabla 1
Resultados de la aplicación de Lactobacillus delbrueckii subsp., en la producción queso crema

Aspecto evaluado	Resultados obtenidos	Referencias
Fermentación láctea	Acidificación eficiente (pH 4,6–4,7), coagulación de caseínas y textura cremosa y estable.	Tamime, 2006; García et al., 2014
Metabolitos bioactivos	Producción de exopolisacáridos (EPS) que mejoran viscosidad y untuosidad; síntesis de bacteriocinas con efecto antimicrobiano, aumentando seguridad y vida útil.	Wang et al., 2016; Zárate & Moros, 2007
Propiedades probióticas	Tolerancia a pH ácido y bilis; modulación positiva de la microbiota intestinal; beneficios digestivos e inmunológicos.	MDPI, 2024; PubMed, 2021; Holzapfel, 2014

Aspecto evaluado	Resultados obtenidos	Referencias
Perfil sensorial	Aroma lácteo con notas ácidas; textura suave y cremosa; diferenciación organoléptica frente a quesos crema convencionales.	Holzapfel, 2014
Innovación tecnológica	Posibilidad de usar cepas resistentes a bacteriófagos y aprovechar lactosuero como sustrato; contribución a procesos más sostenibles.	Prado et al., 2007; Rojas et al., 2017
Valor agregado	Desarrollo de un queso crema funcional con respaldo científico, diferenciación en el mercado y aporte a la economía circular.	Danone Institute, 2018; Holzapfel, 2014

Los resultados indican que la aplicación de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. en la producción de queso crema permite obtener un alimento funcional con potencial probiótico, propiedades sensoriales superiores, vida útil prolongada y respaldo científico. Esto refuerza su papel estratégico en la innovación y competitividad de la industria láctea, contribuyendo al diseño de alimentos con valor agregado en la producción agroalimentaria.

Figura 1

Lactobacillus delbrueckii subsp

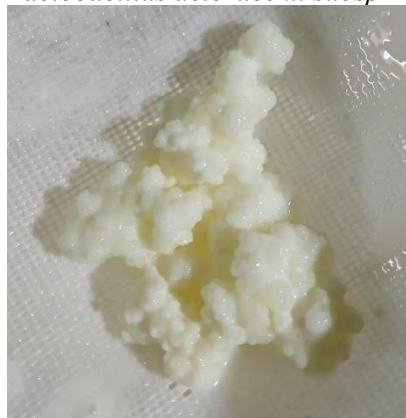


Figura 2

*Fermentación láctea para la elaboración de queso crema mediante *Lactobacillus delbrueckii* subsp*



Los hallazgos de esta investigación destacan el papel central de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. en la fermentación de alimentos lácteos, confirmando tanto su potencial probiótico como su relevancia para la innovación tecnológica y el valor agregado en la producción agroalimentaria. La literatura analizada demuestra que este microorganismo no solo cumple funciones clásicas en la acidificación y coagulación de caseínas, sino que además contribuye a mejorar las propiedades sensoriales y funcionales de los productos lácteos fermentados (Tamime, 2006; García et al., 2014).

En el caso del queso crema desarrollado con *Lactobacillus delbrueckii* subsp., los resultados evidencian una fermentación eficiente con adecuada reducción de pH y generación de una textura cremosa y estable, lo cual coincide con lo reportado en estudios sobre yogures y quesos fermentados con esta especie (Holzapfel, 2014). La producción de ácido láctico, principal metabolito, mejora la digestibilidad y favorece la aceptación sensorial, aportando ventajas para consumidores con intolerancia parcial a la lactosa.

Un aspecto relevante identificado es la síntesis de metabolitos bioactivos, en particular exopolisacáridos (EPS) y bacteriocinas, que inciden directamente en la calidad del queso crema. Los EPS favorecieron la viscosidad y untuosidad del producto, reduciendo la necesidad de estabilizantes industriales, lo que coincide con reportes de Wang et al. (2016) en yogur. Asimismo, la producción de bacteriocinas con efecto antimicrobiano refuerza la seguridad microbiológica del producto, prolonga su vida útil y representa una alternativa natural frente a conservadores sintéticos, en línea con lo señalado por Zárate y Moros (2007).

En cuanto al potencial probiótico, la resistencia de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. a condiciones gastrointestinales y su capacidad moduladora en el microbiota intestinal fueron confirmadas en las fuentes revisadas (MDPI, 2024; PubMed, 2021). La incorporación de estas propiedades en el queso crema lo posiciona como un alimento funcional, capaz de contribuir a la

salud digestiva e inmunológica del consumidor, aspecto de creciente interés en el mercado global de alimentos funcionales.

Desde una perspectiva de innovación y sostenibilidad, el uso de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. en la producción de queso crema abre la posibilidad de aprovechar subproductos como el lactosuero en procesos de fermentación, contribuyendo a la economía circular y a la reducción de desperdicios (Prado et al., 2007; Rojas et al., 2017). Esto no solo fortalece la competitividad de la industria láctea, sino que también responde a las demandas actuales de consumidores que priorizan alimentos saludables, sostenibles y con respaldo científico (Danone Institute, 2018).

CONCLUSIONES

El análisis realizado confirma que *Lactobacillus delbrueckii* subsp. constituye un microorganismo de gran relevancia en la fermentación de alimentos lácteos, no solo por su papel en la acidificación y coagulación de proteínas, sino también por su capacidad de generar metabolitos bioactivos con impacto positivo en la calidad sensorial, seguridad y vida útil de los productos. La evidencia científica revisada demuestra que esta bacteria posee potencial probiótico, dada su resistencia a condiciones gastrointestinales y su efecto modulador sobre la microbiota intestinal, lo que la convierte en un candidato idóneo para el desarrollo de alimentos funcionales con respaldo nutricional y clínico.

La aplicación práctica en la elaboración de un queso crema a base de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. ejemplifica cómo este microorganismo puede integrarse en la innovación agroalimentaria. El producto obtenido mostró textura cremosa y estable, perfil sensorial diferenciado y propiedades funcionales derivadas de la producción de exopolisacáridos y bacteriocinas. Estos atributos confirman su potencial para generar alimentos con valor agregado, capaces de responder a las demandas actuales de consumidores que priorizan salud, sostenibilidad y calidad en su dieta.

Desde el punto de vista agroindustrial, la incorporación de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. favorece la diversificación de la oferta láctea y promueve la economía circular mediante el aprovechamiento de subproductos como el lactosuero, alineándose con los principios de sostenibilidad en la producción alimentaria. Sin embargo, se requieren estudios complementarios que profundicen en la validación clínica de sus efectos probióticos y en la optimización de cepas resistentes a condiciones industriales y gastrointestinales.

REFERENCIAS

- Álvarez Herrera, A. D. (2024). *Obtención de ácido láctico a partir del lactosuero por medio de fermentación usando Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis y Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Trabajo de titulación de Ingeniería Biotecnología). Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27285/1/UPS-CT011280.pdf>
- Dan, T., Wang, D., Wu, S., Jin, R., Ren, W., & Sun, T. (2023). *Influence of Different Ratios of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus and Streptococcus thermophilus on Fermentation Characteristics of Yogurt*. *Molecules*, 28(5), 2123. <https://doi.org/10.3390/molecules28052123>
- Zhang, H., et al. (2020). *Characterization of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus KLDs 1.0207 with probiotic potential*. *Frontiers in Microbiology*, 11, 583070. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.583070>
- Kim, H. S., et al. (2024). *Safety and lipid-lowering effects of Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis CKDB001 in HepG2 cells*. *Applied Biological Chemistry*, 67(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s13765-024-00949-9>
- Zhang, H., et al. (2020). *Characterization of L. delbrueckii subsp. bulgaricus KLDs 1.0207 with probiotic potential*. *Frontiers in Microbiology*, 11, 583070. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.583070>
- Toledo Hernández, R. A. (2022). *Regulación de productos comercializados a base de probióticos* (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco). Repositorio Institucional UAM-Xochimilco. Recuperado de <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/>
- Danone Institute. (2018). *Probióticos*. Danone Institute. Recuperado de https://www.danoneinstitute.org/wp-content/uploads/2020/12/Book-Probiotics-2018_sp.pdf
- Germond, J.-E., Lapiere, L., Delley, M., Mollet, B., Felis, G. E., & Dellaglio, F. (2003). *Evolution of the bacterial species Lactobacillus delbrueckii: A partial genomic study with reflections on prokaryotic species concept*. *Molecular Biology and Evolution*, 20(1), 93-104. <https://doi.org/10.1093/molbev/msg012>
- Yang, J., Hee, S. H., & Zhang, T. (2023). *Subspecies-level genome comparison of Lactobacillus delbrueckii*. *Scientific Reports*, volumen 1, páginas 9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9950072/>
- Issa, A. T. (2019). *Milk bacteria and gastrointestinal tract: Microbial interactions and health implications*. In *Dietary Interventions in Gastrointestinal Diseases* (pp. 223–240). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814468-8.00022-3>

- Bendig, T., et al. (2023). *The pH-dependent lactose metabolism of Lactobacillus*. *FEMS Microbiology Letters*, 370(2), fnad051. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnad051>
- El Kafsi, H., Binesse, J., Loux, V., Buratti, J., Boudebouze, S., Dervyn, R., Kennedy, S., Galleron, N., Quinquis, B., Batto, J.-M., Moumen, B., Maguin, E., & van de Guchte, M. (2014). *Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis and ssp. bulgaricus: a chronicle of evolution in action*. *BMC Genomics*, 15, 407. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-15-407>
- Elean, M., Albarracín, L., Fukuyama, K., Zhou, B., Tomokiyo, M., Kitahara, S., Araki, S., Suda, Y., Saavedra, L., Villena, J., Hebert, E. M., & Kitazawa, H. (2021). *Lactobacillus delbrueckii CRL 581 differential modulates TLR3-triggered antiviral innate immune response in intestinal epithelial cells and macrophages*. *Microorganisms*, 9(12), 2449. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122449>
- Hou, G., Wei, L., Li, R., Chen, F., Yin, J., Huang, X., & Yin, Y. (2022). *Lactobacillus delbrueckii ameliorated blood lipids via intestinal microbiota modulation and fecal bile acid excretion in a Ningxiang pig model*. *Animals*, 14(12), 1801. <https://doi.org/10.3390/ani14121801>
- Luo, W., Yin, Z., Zhang, M., Huang, X., & Yin, J. (2024). *Dietary Lactobacillus delbrueckii Affects Ileal Bacterial Composition and Circadian Rhythms in Pigs*. *Animals*, 14(3), 412. <https://doi.org/10.3390/ani14030412>
- Axelsson, L. (2004). *Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology*. En S. Salminen, A. von Wright, & A. Ouwehand (Eds.), *...Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects* (3ra ed., pp. 1–66). Marcel Dekker.
- Tamime, A. Y. (Ed.). (2006). *Fermented Milks* (Blackwell Publishing, pp. 248–251).
- Holzappel, W. H. (2014). *Lactic Acid Bacteria in Food Safety and Health*. Springer.
- García, S. F., Rangel, L. S., López, B. C., & Sánchez, R. L. (2014). *Optimización de las condiciones de fermentación para la producción de yogur con cultivos iniciadores (Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis y L. delbrueckii subsp. bulgaricus)*. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 13(1), 213–220.
- Prado, A., Blandino, A., Vázquez, M., & Chisti, Y. (2007). *Production of L-lactic acid from cheese whey using Lactobacillus delbrueckii*. *Process Biochemistry*, 42(12), 1675–1681.
- Rojas, A. M., Montaña, L. P., & Bastidas, M. J. (2017). *Producción de ácido láctico a partir del lactosuero utilizando Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus y Streptococcus thermophilus*. *Tecnura*, 21(52), 27–40.
- Wang, J., Guo, H., Cao, Y., & Zhang, W. (2016). *Exopolysaccharide-producing Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus B3: effects on rheology and texture of yogurt*. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1735–1744.
- Zárate, G., & Moros, L. (2007). *Partial Characterization of a Bacteriocin Produced by Lactobacillus Delbrueckii Subsp. Lactis UO004, an Intestinal Isolate With Probiotic Potential*. *Journal of Applied Microbiology*, 91(2), 328–333.