

05



Lactosuero: más que un desecho, una fuente de péptidos bioactivos

José Bryan Rodríguez-López, Manuel
Vargas-Ortiz, Jesús Ayala-Zavala*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,
Laboratorio de Calidad, Autenticidad y Trazabilidad de
Los Alimentos, Coordinación de Tecnología de
Alimentos de Origen Animal, México.

*Contacto: jayala224@estudiantes.ciad.mx



Imagen generada por Adobe Firefly

Resumen

A nivel mundial, se estima que para el año 2030 se habrán producido entre 203 y 241 millones de toneladas de lactosuero. Un desecho de la industria quesera que, si no recibe un tratamiento adecuado, puede convertirse en un contaminante del agua por su alto contenido de materia orgánica. Una de las opciones para su aprovechamiento es el uso de estrategias biotecnológicas, como la fermentación ácido láctica, que ha demostrado ser eficaz para transformar este desecho en un ingrediente funcional de alto valor, mediante la producción de péptidos bioactivos. Estos péptidos son fragmentos cortos de proteínas que han demostrado científicamente su capacidad de ayudar en el tratamiento de enfermedades crónicas.

Palabras clave: lactosuero, péptidos bioactivos, fermentación, bacterias ácido lácticas.

Cuando el desecho se vuelve un desafío ambiental y económico

El lactosuero es el líquido amarillo-verdoso que se obtiene después de coagular la leche durante la producción de quesos (Fig. 1). Para la elaboración de queso se utiliza únicamente el 10% del volumen total de la leche procesada, el otro 90% es lactosuero que normalmente se desecha. A pesar de su alto contenido nutricional (agua 93%, lactosa 4-5%, minerales 1%, ácido láctico 0.7%, proteínas 0.5% y grasas 0.3%), la industria quesera no siempre lo considera como una materia prima de alto valor. Como consecuencia, se desecha de forma inadecuada, generando contaminación en cuerpos de agua que favorecen el crecimiento de maleza acuática. Si se intentara darle un tratamiento adecuado recolectándolo como agua residual, los costos serían muy elevados y poco rentables para las pequeñas y medianas queserías de nuestro país, ya que los gastos pueden ir desde \$1,163.40 hasta \$61,333.08 pesos mexicanos por cada metro cúbico de lactosuero tratado [1,2,3].



Figura 1. Representación de lactosuero. Imagen generada con inteligencia artificial por ChatGPT 2025.

Litros que mueven a todo un país

De acuerdo con la Cámara Nacional de Industriales de la Leche [4], en 2023, los productos lácteos en México ocuparon el cuarto lugar del Producto Interno Bruto, lo que significa que este sector es de los que más dinero aportan a nuestro país. A nivel nacional, la leche lista para beber ocupó el primer lugar de producción industrial con 2,720.2 millones de litros, seguida por el yogurt, con 769.5 mil toneladas y en tercer sitio, la producción de quesos con 632.8 mil toneladas. Estas cifras reflejan la importancia de promover un crecimiento sostenible en la industria láctea y la necesidad de innovar a través de la investigación aplicada.

Transformando un desecho en bienestar

La fermentación ácido láctica es un proceso bioquímico en el que participan un tipo de bacterias llamadas bacterias ácido lácticas (BAL), que podemos encontrar de forma natural en leche cruda, frutas, carnes curadas, alimentos fermentados e incluso en el cuerpo humano. Estas BAL transforman los azúcares naturales de los alimentos en ácido láctico. Gracias a este proceso, se obtienen los lácteos fermentados tales como el yogurt, kéfir, queso fresco y madurado, mantequilla, entre otros. Sin embargo, los resultados de cada fermentación serán diferentes según la bacteria, materia prima y condiciones del proceso utilizadas [5,6,7].

Las BAL también son capaces de cortar las proteínas de los alimentos en pequeños fragmentos llamados péptidos con potenciales beneficios para nuestra salud. Promoviendo la protección de células del cuerpo, el fortalecimiento de las defensas, el control de la presión arterial y el equilibrio de los niveles de glucosa en sangre. Por este motivo, el lactosuero representa una fuente rica en proteínas (tabla 1) que permite a las BAL realizar su labor fermentativa y producir diferentes tipos de péptidos bioactivos (Fig. 2). Y esto es posible gracias a la diversidad de aminoácidos presentes en sus proteínas, los cuales sirven como fuente de alimento para estas bacterias. Los principales aminoácidos del lactosuero son la metionina, histidina, triptófano, fenilalanina, treonina, isoleucina, leucina y valina [9,10,11].

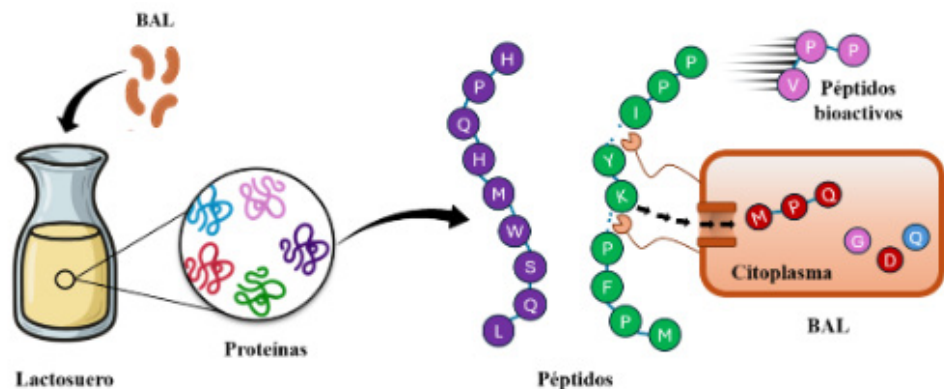
Tabla 1. Proteínas de lactosuero en leche bovina

Proteínas del lactosuero	Concentración (g/L)	Peso molecular (kDa)	Cadena de aminoácidos
β -Lactoglobulina	3.5	18.4- 36.9	162
α -Lactoalbúmina	1.2	14.2	123
Seroalbúmina	0.4	66.4	583
Inmunoglobulinas	0.7	160-1030	Variable
Lactoferrina	0.01-0.35	80	700

Abreviaciones: g/L, gramos de proteínas de lactosuero por cada litro de leche; kDa, unidad de medida en kilodalton.

Información consultada de: [2,10,11].

Figura 2. Transformación de las proteínas del lactosuero a péptidos bioactivos a partir de la fermentación con BAL. Adaptado de: [8].



Algunos investigadores han encontrado a nivel de laboratorio (*in vitro*) que la fermentación con BAL en lactosuero produce péptidos bioactivos que podrían ayudar a prevenir y controlar enfermedades crónicas como la diabetes, presión arterial alta, pérdida de masa y fuerza muscular debido al envejecimiento. Por ejemplo, en la diabetes, estos péptidos podrían ayudar a mantener el equilibrio de la glucosa en sangre y favorecer a nuestro cuerpo para que utilice de manera eficiente la insulina. En el caso de la hipertensión arterial, bloquean proteínas específicas que provocan el aumento de la presión sanguínea, facilitando que nuestro corazón trabaje con menos esfuerzo. Y en cuanto a la pérdida de masa muscular debido a la vejez, los péptidos pueden interferir en las señales que provocan la degradación del tejido muscular [9,12,13,14,15].

Durante la fermentación, los péptidos son recolectados con el objetivo de purificarlos y aislarlos para después incorporarlos en suplementos, bebidas o alimentos funcionales. Pero como en la naturaleza todo tiene sus limitaciones, no todas las BAL son capaces de cortar las proteínas del lactosuero de la misma manera. Cada bacteria produce péptidos con funciones y cantidades diferentes [16]. En este sentido, los estudios que han reportado péptidos bioactivos derivados del lactosuero fermentado con BAL señalan que estos están formados por cadenas de entre 3 a 25 aminoácidos (tabla 2) [12, 13,14,15].

Tabla 2. Péptidos y su funcionalidad, obtenidos a partir de la fermentación de lactosuero con BAL.			
BAL	Péptidos Bioactivos	Beneficios a la salud	Referencia
<i>Enterococcus faecalis</i> 2/28	LDAQSAPLR, LKGYGGVSLPEW, LKALPMH, LKGYGGVSLPE, LKPTPEGDLE, ILDKVGINY, LKPTPEGDLEIL	Control de la diabetes, presión arterial y pérdida de masa muscular.	[12]
<i>Streptococcus thermophilus</i> RBC06.	VPP, IPP, HLPLP, IPI		[13]
<i>Limosilactobacillus fermentum</i> KGL24	LDENYQPW, VPCFLAGDFR, QNCDQFEKLGEYGFQNALIVRYTRK, CCAADDKEACFAVEGPK, KCLLLALALTCGAQALIVTQTMK	Control de la presión arterial y el envejecimiento prematuro.	[14]
<i>Lactobacillus gasseri</i> IMI3	FQSEEQQTEDELQDKIHPEAQTQS, EQOQTEDELQDKIHPEAQTQS, QQQTEDELQDKIHPEAQTQS, QQTEDELQDKIHPEAQTQS	Control de la pérdida de masa muscular.	[15]
Abreviaciones: A, Alanina; C, Cisteína; D, Ácido aspártico; E, Ácido glutámico; F, Fenilalanina; G, Glicina; H, Histidina; I, Isoleucina; K, Lisina; L, Leucina; M, Metionina; N, Asparagina; P, Prolina; Q, Glutamina; R, Arginina; S, Serina; T, Treonina; V, Valina; W, Triptófano; Y, Tirosina.			

Figura 2. Transformación de las proteínas del lactosuero a péptidos bioactivos a partir de la fermentación con BAL. Adaptado de: [8].

Conclusión

Estos avances en la fermentación de lactosuero con el uso de BAL demuestran alternativas eficaces para el desarrollo de coadyuvantes, como los péptidos bioactivos, que pueden ayudar con el manejo de las complicaciones crónicas de distintas enfermedades. Por lo que su conocimiento abre una nueva área de oportunidad en el aprovechamiento de los nutrientes de este desecho que además de darle un valor agregado, podrían minimizar la dependencia de fármacos en poblaciones vulnerables.

Referencias bibliográficas

1. Lizárraga-Chaidez M, Mendoza-Sánchez M, Abadía-García L, & García-Pérez J. El inocente impacto ambiental de la leche. *EPISTEMUS-Universidad de Sonora*, 2023, 17(35): pp. 88-97. Disponible en: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i35.316>.
2. Malos IG, Ghizdareanu AI, Vidu L, Matei CB, & Pasarin D. The Role of Whey in Functional Microorganism Growth and Metabolite Generation: A Biotechnological Perspective. *Foods*, 2025, 14(1488): pp. 1-36. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/foods14091488>.
3. Zandona E, Blažić M, & Jambrak AR. Whey Utilisation: Sustainable Uses and -Environmental Approach. *Food Technology and Biotechnology*, 2020, 59(2): pp. 147-161. Disponible en: <https://doi.org/10.17113/ftb.59.02.21.6968>.
4. Cámara Nacional de Industriales de la Leche. Compendio de Estadísticas del Sector Lácteo 2013-2023. Ciudad de México: CANILEC, 2023 [Consultado 5 Jul 2025]. Disponible en: <https://n9.cl/yhhhs>.
5. Bamforth, C.W. y Cook, D.J. 2019. Food, fermentation, and micro-organisms. Wiley Blackwell. Segunda edición. Hoboken. ISBN: 978-1-1195-5745-6.
6. Khubber S, Marti-Quijal FJ, Tomasevic I, Remize F, and Barba FJ. Lactic acid fermentation as a useful strategy to recover antimicrobial antioxidant compounds from food and by-products. *Current Opinion in Food Science*, 2022, 43(1): pp. 189-198. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.11.013>.
7. Zapaśnik A, Sokołowska B, & Bryła M. Role of Lactic Acid Bacteria in Food Preservation and Safety. *Foods*, 2022, 11(1283): pp. 1-17. Disponible en: [10.3390/foods11091283](https://doi.org/10.3390/foods11091283).
8. Ter ZT, Chang LS, Babji AS, Mohd-Zaini NA, Fazry S, Sarbini SR, Peterbauer CK, & Lim SJ. A review on proteolytic fermentation of dietary protein using lactic acid bacteria for the development of novel proteolytically fermented food. *International Journal of Food Science and Technology*, 2024. 59(2024): pp. 1213-1236. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/ijfs.16888>.
9. Saubenova M, Oleinikova Y, Rapoport A, Maksimovich S, Yermekbay Z, & Khamedova E. Bioactive peptides derived from whey proteins for health and functional beverages. *Fermentation*, 2024, 10(359): pp. 2-20. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/fermentation10070359>.
10. Aponte-Colmenares AP, Prieto-Suárez GA, Castellano-Báez YT, Muvdi-Nova CJ, & Yurievich-Sakharov I. Aplicaciones del lactosuero y sus derivados proteínicos. *Ciencia en Desarrollo*, 2023, 14(2): pp. 139-155. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01217488.v14.n2.2023.15002>.
11. Giblin L, Yalçın AS, Biçim G, Krämer AC, Chen Z, Callanan MJ, Arranz E, & Davies MJ. Whey proteins: targets of oxidation, or mediators of redox protection. *Free Radical Research*, 2019, 53(1): pp. 1136-1152. Disponible en: [10.1080/10715762.2019.1632445](https://doi.org/10.1080/10715762.2019.1632445).
12. Worsztynowicz P, Białas W, & Grajek W. Integrated approach for obtaining bioactive peptides from whey proteins hydrolysed using a new proteolytic lactic acid bacteria. *Food Chemistry*, 2020, 312(2020): pp.1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126035>.
13. Solieri L, Valentini M, Cattivelli A, Sola L, Helal A, Martini S, and Tagliazucchi D. Fermentation of whey protein concentrate by *Streptococcus thermophilus* strains releases peptides with biological activities. *Process Biochemistry*, 2022, 121(2022): pp. 590-600. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.08.003>.
14. Dineshbhai CK, Basaiawmoit B, Sakure AA, Maurya R, Bishnoi M, Kondepudi KK, Patil GB, Mankad M, Liu Z, Hati S. Exploring the potential of *Lactobacillus* and *Saccharomyces* for biofunctionalities and the release of bioactive peptides from whey protein fermentate. *Food Bioscience*, 2022, 48(2022): pp. 1-19. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101758>.
15. Jang JH, Young JY, Pack SP, & Oh NS. Preventive effect of fermented whey protein mediated by *Lactobacillus gasseri* IM13 via the PI3K/AKT/FOXO pathway in muscle atrophy. *American Dairy Science Association*, 2023, 107(5): pp. 2606-2619. Disponible en: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24027>.
16. Purohit K, Reddy N, Sunna A. Exploring the potential of bioactive peptides; from natural sources to therapeutics. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, 25(3): pp. 1391. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms25031391>.