

Aprovechamiento industrial del suero lácteo

(Artículo de revisión)

Yarimar Cossio Colque¹, Gladys J. Chipana Mendoza²

Resumen

El suero lácteo es el sub producto que se obtiene de la leche en proceso de elaboración del queso, se conoce que tiene un alto contenido de proteínas y nutrientes. Este suero no es aprovechado por las grandes industrias de queserías ya que lo desechan causando grandes problemas referidos a la contaminación. El objetivo de este trabajo que se dio a partir de una revisión bibliográfica, es dar a conocer alternativas de aprovechamiento a este sub producto, además se conoce que es un derivado rico en proteínas y puede ser de gran beneficio en las grandes industrias de leche el mundo dándole a este producto un alto valor agregado ya que se reduciría lo que es la contaminación en el medio ambiente.

Palabras clave: lactosuero, proteínas, aprovechamiento, contaminación, industria.

INTRODUCCIÓN

La leche es un producto que contiene un alto valor nutricional y es considerada como un producto básico en la alimentación humana, razón por la cual, el sector lechero tiene gran importancia socioeconómica a nivel mundial en donde las industrias procesadoras y comercializadoras de leche tienen problemas con su adulteración ocasionado por el suero de queserías y uno de los métodos más usados para detectarlo es a través de la identificación de un glucomacropéptido (GMP), presente sólo en el suero de quesería y no en la leche. Los métodos para detectar GMP requieren de mucho trabajo y tiempo, y, a su vez, presentan problemas de sensibilidad y precisión en concentraciones bajas (Chavez et al., 2009).

Guerra et al. (2013), corrobora que el lactosuero, que es proveniente de industrias de productos lácteos, es el que genera más problemas ambientales, esto debido a que afecta física y químicamente al suelo, lo que genera una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto. Por otro lado, Valencia y Ramírez (2009), indica que este residuo cuando no es tratado correctamente, disminuye de manera drástica la concentración de oxígeno en los afluentes donde es vertido.

Este sub producto no es aprovechado por las grandes y pequeñas productoras de lácteo, y considerando las alternativas de aprovechamiento del lactosuero, se da a conocimiento a los productores sobre el aprovechamiento del suero de queso con el fin de generar alternativas de oferta al consumidor productos ricos en proteínas y nutrientes, esto con el fin de disminuir la contaminación ambiental producida por el desecho de este residuo.

METODOLOGÍA

El tipo de metodología empleada para el presente artículo es exploratoria documental, consistente en la búsqueda de información proveniente de artículos científicos de investigación y libros encontrados en las bases de datos de SciELO, Scopus, Redalyc y Google Académico. La información encontrada fue sistematizada y analizada.

LACTO SUERO

Según Jelen (2011), El suero es un subproducto de la elaboración de queso o de la producción industrial de caseína. En cambio, Parras (2009) indica que el lactosuero de quesería es un subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso. Contiene principalmente lactosa, proteínas como sustancias de importante valor nutritivo, minerales, vitaminas y grasa. Poveda (2013) define el lactosuero o suero de leche como un líquido claro, de color amarillo verdoso translúcido, o incluso a veces, un poco azulado, pero el color depende de la calidad y el tipo de leche utilizada en su obtención. Es el coproducto más abundante de la industria láctea, que resulta después de la

¹ Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

² Docente de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8014-0385>. gladys.chipana@gmail.com

precipitación y la remoción de la caseína de leche durante de la elaboración del queso y la fabricación de caseína (Gonzales, 1996).

Estos autores citados brindan diferentes definiciones que llegan al mismo punto, señalando que el lacto suero es un sub producto de color amarillo verdoso obtenido después de la elaboración de queso y que además este residuo es un componente importante ya que es muy rico en proteínas y nutrientes, la cual nos es aprovechada por los productores de queso.

CALIDAD NUTRICIONAL DEL LACTO SUERO

Jelen (2011) describe que existen dos tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6.5. El segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional del lacto suero.

Componente	Sueros dulces	Sueros ácido (g/L)
Sólidos totales	63.0-70.0	63.0-70.0
Lactosa	46.0-52.0	44.0-46.0
Proteína	6.0-10.0	6.0-8.0
Calcio	0.4-0.6	1.2-1.6
Fosfato	1.0-3.0	2.0-4.5
Lactato	2.0	6.4
Cloruro	1.1	1.1

Fuente: Jelen (2011).

Liu et al. (2005) señala que en el lactosuero, se estima que por cada kilogramo de queso se producen 9 kg de lactosuero, esto representa cerca del 85-90 % del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55 % de sus nutrientes. Para Muñi et al. (2005) este gran contenido de nutrientes genera aproximadamente 3.5 kg de demanda biológica de oxígeno y 6.8 kg de demanda química de oxígeno por cada 100 kg de lactosuero líquido. Por otro lado, Wang (2009) aporta que la lactosa [β -D-galactopiranosil-(1 \rightarrow 4)-D-glucosa] es el componente energético mayoritario en el lactosuero, sus derivados (e.g., lactulosa y lactosucrosa) poseen propiedades prebióticas que favorecen el crecimiento selectivo de microorganismos benéficos para la salud, especialmente bifidobacterias y lactobacilos.

PROTEÍNAS DEL SUERO LÁCTEO

Rajeshrre y Parag (2019), indican que las proteínas de suero son importantes productos sostenibles del procesamiento de la leche que ofrecen valor agregado en función del número de aplicaciones en la industria alimentaria y del cuidado de la salud.

Estudios in vitro demuestran que las proteínas del suero, como la α -lactoalbúmina y la β -lactoglobulina, se pueden unir al calcio, interviniendo en su biodisponibilidad y la α -lactoalbúmina se une fuertemente al calcio, de forma similar a la calmodulina, no obstante, estos efectos parecen ser menos evidentes in vivo (Figuerola-Hernández et al., 2012). Se identificó que el lactosuero se utiliza aún, por lo general, para obtener lactosueros en polvo y concentrados, así como aislados de proteína, entre otros productos (Gómez y Sánchez, 2019).

APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL

Castro y Cindy (2018), utilizan el lactosuero como materia prima principal combinada con otras, para demostrar grandes oportunidades de nuevos productos, que aparte de convertirse en un nuevo alimento, aportará a la dieta un gran valor nutricional. Abaigar (2009) indica que lamentablemente, en la mayoría de las fábricas queseras en Latinoamérica, una pequeña cantidad de lactosuero es empleada para alimentar cerdos o terneros, y el resto es vertido a efluentes, originando la contaminación del suelo y el medio ambiente; no usar el lactosuero como alimento es un enorme desperdicio de nutrimentos. Recientemente se ha tomado conciencia de su importancia por su elevado valor nutricional, tanto para el hombre como para el ganado.

Según, Guerra et al. (2013) se trata de conceptualizar el potencial que tienen algunos desechos orgánicos que pueden ser utilizados como fuentes de energía, como es el caso del lactosuero, provenientes de la industria de productos lácteos, el cual genera un serio problema ambiental, debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo.

Motta-Correa y Mosquera (2015), mencionan que el suero de la leche es un subproducto de la industria láctea con un gran potencial para la utilización de componentes con valor agregado en la industria alimentaria, sin embargo, el desaprovechamiento y mal manejo genera gran contaminación ambiental.

Aprovechamiento de lactosuero para el desarrollo de una bebida refrescante con antioxidantes naturales

Según Vivas et al. (2017), el suero lácteo es un subproducto generado en volúmenes importantes en Colombia, que por falta de alternativas tecnológicas termina convirtiéndose en un contaminante, incrementando la demanda biológica de oxígeno de las fuentes hídricas. Como alternativa a esta situación, se evaluó el desarrollo de una bebida refrescante elaborada a partir de lactosuero y pulpa de curuba (fruta con alto contenido de antioxidantes).

Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad

La utilización del suero como una alternativa para incrementar el contenido de calcio en los alimentos podría además de ser otra opción de uso y comercialización del suero, contribuir en alguna medida a proporcionar calcio de mayor biodisponibilidad, sea para alimentos de base láctea o de otro tipo de productos (Poveda, 2013).

Valorización del suero de queso para la obtención de aceites unicelulares de interés industrial

Gutiérrez- Hernandez et al. (2022), indican que varios estudios se han centrado en la valorización del suero de queso para obtener bio compuestos de interés industrial y mitigar el impacto ambiental que puede causar este subproducto. La producción de lípidos microbianos, también conocidos como aceites unicelulares, y se recopila información sobre los principales microorganismos que pueden sintetizarlos y almacenarlos en grandes cantidades.

Optimización de la suplementación con suero de leche residual libre de proteínas utilizada para la producción microbiológica industrial de ácido láctico

Lech (2020), al identificar las concentraciones óptimas de peptona, huevo y extracto de levaduras necesarias para volver a complementar el medio de permeado de suero, que se utiliza para la producción de LA a escala industrial, ya que el permeado de suero es una solución de lactosa casi pura. La lactosa se utilizó después de 24 h de proceso (solo el 2 % de la lactosa inicial estaba presente en el medio gastado). Además, se examinó una posible disminución de la eficiencia del proceso en caso de glucosa (originalmente presente en MRS) por reemplazo de lactosa. Una medición de la concentración de sustrato y producto durante el cultivo mostró que la glucosa se puede reemplazar con éxito por lactosa sin disminuir la eficiencia de producción.

Usos del lactosuero en panadería y confitería

El suero de quesería puede ser utilizado en la elaboración de productos de panadería y confitados, debido a la funcionalidad de sus componentes. Tanto el lactosuero crudo, como sus preparaciones, en forma de concentrados, aislados y permeado, pueden ser usados para reemplazar total o parcialmente ingredientes como el huevo, leche en polvo, mantequilla y sacarosa (Królcyk, 2016). El lactosuero se utiliza ampliamente para conseguir características deseables en color, sabor y consistencia en cobertura de helados, jarabes de chocolate, dulce de leche y tofu, así como elevar el valor nutritivo de productos horneados, tales como bísquets, galletas, *muffins*, y bollos (Munaza et al., 2012). El lactosuero en polvo, líquido o pre-concentrado, también se puede usar en la fabricación de dulces o postres de leche (Cohene et al, 2016).

Recuperación de crema y mantequilla

El contenido de grasa este lactosuero depende de un proceso y tipo de queso, la mantequilla de suero presenta un mayor contenido en ácidos grasos insaturados y componentes bioactivos valiosos (e.g. esfingomielina y mucinas), que la

mantequilla dulce elaborada con crema (Torrez y Peñarrieta, 2017). Con la utilización de dos tamaños de poro en la membrana (0.1 y 0.2 μm), el tamaño de poro en la membrana influyó sobre la concentración de proteína en el retenido y sobre el factor de retención volumétrica, se obtuvieron mejores rendimientos al utilizar la membrana de 0.1 μm , se alcanzó una concentración de proteína de $15.82 \pm 0.43 \text{ g/100 g}$ (retenido) y $0.47 \pm 0.03 \text{ g/100 g}$ (permeado) (Flores, 2014).

Reciclaje de suero de queso en la perspectiva de la economía circular: Modelado de procesos y la cadena de suministro para diseñar la participación de las pequeñas y medianas empresas

Vera y Beccalli (2022), señalan que una Unidad industrial independiente podría construir una cadena de valor de suero para el procesamiento posterior del suero en alimentos de valor agregado. En este escenario, podrían derivarse ventajas de la participación de las PYME que pertenecen al mismo consorcio de quesos DOP, en términos de estandarización del suero, certificación de terceros y posible uso de herramientas inteligentes de trazabilidad.

Utilización de suero de queso industrial para mejorar la producción de pediocina PA-1 purificada

Kumari et al. (2014), indica que usando la metodología de superficie de respuesta y para purificar la pediocina usando un sistema acuoso de dos fases (ATPS). El cribado de cinco cepas productoras de pediocina para la capacidad de utilizar lactosa mostró que *P. pentosaceus* NCDC 273 y *P. acidilactico* NCDC 252 expresan el gen $\beta\text{-gal}$.

Elaboración de bebida energizante a partir de suero de quesería

Cuellas y Wagner (2010) crearon una bebida de naranja a base de la lactosa presente al 80 % y se formularon bebidas frutales. Éstas fueron evaluadas mediante pruebas sensoriales descriptivas, mostrando mejores características organolépticas para la bebida sabor naranja. Los análisis microbiológicos realizados en la bebida láctea se ajustaron a los valores solicitados por el Código Alimentario Argentino para leches UAT. Se concluye que la elaboración del producto no presenta dificultades tecnológicas, reduce la contaminación ambiental y aprovecha el valor nutricional del efluente. Moreno (2019), indica que para la bebida de infusión de cedrón la formulación con 50 % permeado de suero y 0.1 % de estabilizante fue el mejor tratamiento, mientras que para la bebida isotónica la formulación con 60 % de permeado de suero, alcanzó la calificación más alta, además de poseer un elevado contenido mineral.

CONCLUSIONES

El lactosuero, es un componente rico en proteínas y nutrientes, y está presente en la industria con la transformación y aprovechamiento de este sub producto debido al valor de sus mismos componentes. A partir de este sub producto se puede obtener numerosos derivados, desde sus componentes principales como la lactosa, proteínas y minerales, hasta su último producto que es la fermentación.

Al permitir un buen aprovechamiento a este sub producto, se contribuye a la disminución de la contaminación del medio ambiente. Todos los productos obtenidos a base de este sub producto muestran un gran enriquecimiento de proteínas ya que pueden ser a bajo costo y con gran aceptabilidad por parte de los consumidores por lo cual tiene que ser de gran importación para las industrias y empresarios.

BIBLIOGRAFIA

- Abaigar, A. (2009). El lactosuero en la alimentación del ganado porcino. ITG ganadero, 13-17.
- Castro Tamara y Cindy Paola (2018). Aprovechamiento industrial del Lactosuero, trabajo de grado-Pre grado. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/browse?type=author&value=T%C3%81MARA%20CASTRO,%20CINDY%20PAOLA>
- Cohene, M., Sandoval, A., Dinatale, F., & Sarubbi, A. (2016). Estudio comparativo de la composición fisicoquímica y organoléptica del dulce de leche de elaboración artesanal utilizando leche y suero dulce de quesería en una proporción de 70/30, con y sin hidrolizado de la mezcla. Compendio de Ciencias Veterinarias. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IE2021100113>
- Cuellas, A., & Wagner, J. (2010). Elaboración de bebida energizante a partir de suero de quesería. Innotec, (5 ene-dic), 54-7. <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/66>

- Chávez, V.A., Salinas, E., Rincón, J., Palomares, A., Bon, F. (2009). Desarrollo de un método inmuno blot para detectar glucomacropéptido (GMP) como índice de adulteración de leche de vaca con suero de quesería. *Investigación y Ciencia* 17(43):16-20. https://www.redalyc.org/pdf/674/Resumenes/Resumen_67411387004_1.pdf
- Figueroa-Hernández, C., Cruz-Guerrero, A., Rodríguez-Serrano, G., Gómez-Ruiz, L., García-Garibay, M., & Jiménez-Guzmán, J. (2012). Producción de péptidos fijadores de calcio y hierro por *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* NCFB 712. *Revista mexicana de ingeniería química*, 11(2), 259-267. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S166527382012000200005&script=sci_abstract&tlng=pt
- Flores Cadena, C. A. (2014). *Obtención de una bebida láctea a partir del concentrado proteico de la mazada o suero de la mantequilla por medio de tecnología de membranas* (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2014). <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7475>
- Gómez, J. A., & Sánchez, Ó. J. (2019). Producción de galactooligosacáridos: alternativa para el aprovechamiento del lactosuero. Una revisión. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 129-157. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000100129
- González, S. (1996), M.I. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. *Bioresource Technology*, vol. 57, no. 1, p. 1-11.
13. IMBEAULT, N. Production d'acides gras par biodégradation anaerobie du perméat de lactosérum dans un bioréacteur en continu. Tesis de Maîtrise en Ressources Renouvelables. Québec, Canada: Université du Québec, 1997.
- Gutiérrez-Hernández, CA., Hernández-Almanza, A., Javier Ulises Hernández-Beltran, Nagamani Balagurusamy, Fernando Hernández-Teran (2022). Cheese whey valorization to obtain single-cell oils of industrial interest: An overview, *Food Bioscience*, Volume 50, Part A.102086, ISSN 2212-4292. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102086>
- Guerra, Á. V. A., Castro, L. M. M., & Tovar, A. L. Q. (2013). Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *RIAA*, 4(2), 55-65. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344986>
- Jelen, P. (2011), WHEY PROCESSING, Utilization and Products: John W. Fuquay, *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition), Academic Press, Pages 731-737. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00495-7>
- Kumari Garsa, A., Rashmi Kumariya, Anil Kumar, Puja Lather, Suman Kapila, S.K. 2014. Sood, Industrial cheese whey utilization for enhanced production of purified pediocin PA-1, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 59, Issue 2, Part 1, Pages 656-665, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.008>.
- Królczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., & Solowiej, B. (2016). Use of whey and whey preparations in the food industry-a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(3), 157. <https://www.researchgate.net/profile/Bartosz>
- Lech, M. (2020), Optimisation of protein-free waste whey supplementation used for the industrial microbiological production of lactic acid, *Biochemical Engineering Journal*, Volume 157,107531, ISSN 1369-703X. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107531>.
- Liu, X., Yoon-Kyung Chung, Shang-Tian Yang, Ahmed E. Yousef (2005). Continuous nisin production in laboratorio media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*, *Process Biochemistry*, Volume 40, Issue 1, Pages 13-24, ISSN 1359-5113. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2003.11.032>
- Moreno Arcos, A. (2019). Desarrollo de bebidas saborizadas deslactosadas utilizando permeado de suero lácteo (Bachelor's thesis). <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/25111>
- Motta-Correa, Y., & Mosquera, W. J. (2015). Avances en el aprovechamiento del lactosuero como materia prima en la industria alimentaria. @ *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(1), 81-91. https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/1634
- Munaza, B., Prasad, S. G. M., & Gayas, B. (2012). Whey protein concentrate enriched biscuits. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(8), 1-4. <https://www.researchgate.net/profile/Bazilla-Gayas-2/publication/310674210>
- Muñi, A., Páez, G., Faría, J., Ferrer, J., & Ramones, E. (2005). Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *Revista científica*, 15(4), 361-367. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95915410.pdf>
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín*, 62(1), 4967-4982. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100021
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>

- Rajeshree A., Parag R. (2019). Whey Proteins, Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications, Academic Press, 193-223. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816695-6.00007-6>
- Torrez Torrez, C. R., & Peñarrieta Loría, J. M. (2017). *Recuperación del suero de mantequilla y obtención de la bebida láctea a base suero de mantequilla* (Doctoral dissertation, Universidad Mayor de San Andres. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Carrera Ciencias Químicas). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582019000200133
- Valencia Denicia, E., & Ramírez Castillo, M. L. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4690>
- Vera L, Beccalli, MP (2022), Cheese whey recycling in the perspective of the circular economy: Modeling processes and the supply chain to design the involvement of the small and medium enterprises, Trends in Food Science & Technology, Volume 126, Pages 86-98, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.013>
- Vivas, Y. A., Morales, A. J., & Otálvaro, Á. M. (2017). Aprovechamiento de lactosuero para el desarrollo de una bebida refrescante con antioxidantes naturales. *Alimentos hoy*, 24(39), 185-199. https://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/415/0
- Wang, Y. (2009). Prebiotics: Present and future in food science and technology, Food Research International, Volume 42, Issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.09.001>
- .