



Revista Científica I+D Aswan Science

Página Web de la Revista: <http://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe>

DOI: <https://doi.org/10.51892/rcidas.v1i2.10>

Potencialidades del lactosuero generado por la industria quesera y su valorización

Potentialities of the whey generated by the cheese industry and its valorization

Potencialidades do soro geradas pela indústria queijeira e sua valorização

Lenin Quille Quille^{1*}, Olivia Magaly Luque Vilca ¹, Fiorella Pilar Aruhuanca Ordoñez ¹

¹Universidad Nacional de Juliaca, Puno - Perú

RESUMEN

El impacto ambiental de la industria quesera está en el vertido de lactosuero que generan fuentes de contaminación sobre el suelo, aire y agua, este problema se observa con mayor frecuencia en la industria quesera artesanal, la gran mayoría de las plantas queseras no tienen aun totalmente resuelto el destino del lactosuero, situación que provoca impactos ambientales negativos. El objetivo del documento es promover a dar respuesta a una de las principales problemáticas que afronta hoy el sector de las industrias lácteas de pequeña y mediana escala ya que las bondades del lactosuero desechados y cuya valorización puede contribuir a la seguridad alimentaria y desarrollo sostenible de la industria quesera. La metodología utilizada es el análisis documental referente al uso de lactosuero proveniente de la industria quesera y economía circular relacionada a dicha actividad. Concluyéndose que la economía circular es perfectamente aplicable a uso del lactosuero generado en la industria quesera, aprovechando el lactosuero podemos obtener distintos productos como las bebidas lácteas a partir del lactosuero, cerveza artesanal utilizando el suero de leche como sustrato, biopolímeros, jarabes además de otros usos como la producción de biogás, e incluso como una alternativa sostenible para aumentar la productividad de cultivos previa fermentación anaeróbica o con la aplicación de lombrifiltros y microorganismos eficaces para el aprovechamiento de lactosuero con posibilidades de utilizar como fuente de agua para riego y abono orgánico.

Palabra Claves: Ácido láctico, bebidas lácteas, economía circular, jarabe de lactosuero, lombrifiltro, microorganismos eficaces

* Autor para correspondencia

l.quille@unaj.edu.pe

HISTORIA DEL ARTÍCULO:

Recibido: 13 diciembre 2021

Aceptado: 20 diciembre 2021

Publicación en línea: 23 diciembre 2021



La revista científica I+D aswan science de [Enterprise Sadeg](http://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe) publica artículos y se distribuyen bajo una [licencia de Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

ABSTRACT

The environmental impact of the cheese industry is in the dumping of whey that generates sources of contamination on the soil, air and water, this problem is observed more frequently in the artisan cheese industry, the vast majority of the cheese plants do not yet have fully solved the fate of the whey, a situation that causes negative environmental impacts. The objective of the document is to promote a response to one of the main problems faced today by the small and medium-scale dairy industry sector since the benefits of discarded whey and whose valorization can contribute to food security and sustainable development of the cheese industry. The methodology used is the documentary analysis regarding the use of whey from the cheese industry and the circular economy related to said activity. Concluding that the circular economy is perfectly applicable to the use of the whey generated in the cheese industry, taking advantage of the whey we can obtain different products such as milk beverages from whey, craft beer using the whey as a substrate, biopolymers, syrups as well as others. uses such as biogas production, and even as a sustainable alternative to increase the productivity of crops after anaerobic fermentation or with the application of earthworms and effective microorganisms for the use of whey with the possibility of using it as a source of water for irrigation and organic fertilizer.

Keywords: Lactic acid, dairy drinks, circular economy, whey syrup, worm filter, effective microorganisms

RESUMO

O impacto ambiental da indústria queijeira está no despejo de soro que gera fontes de contaminação do solo, ar e água, problema esse observado com maior frequência na indústria queijeira artesanal, a grande maioria das queijarias ainda não possui plena resolução o destino do soro de leite, situação que causa impactos ambientais negativos. O objetivo do documento é promover uma resposta a um dos principais problemas enfrentados hoje pelo pequeno e médio setor da indústria de laticínios desde os benefícios do soro descartado e cuja valorização pode contribuir para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável da indústria queijeira. A metodologia utilizada é a análise documental sobre a utilização de soro de leite proveniente da indústria queijeira e a economia circular associada a esta atividade. Concluindo que a economia circular é perfeitamente aplicável ao aproveitamento do soro gerado na indústria queijeira, aproveitando o soro podemos obter diversos produtos como bebidas lácteas de soro, cerveja artesanal utilizando o soro como substrato, biopolímeros, xaropes como bem como outros. usos como a produção de biogás, e ainda como alternativa sustentável para aumentar a produtividade das lavouras após a fermentação anaeróbica ou com a aplicação de minhocas e microorganismos eficazes para o aproveitamento do soro de leite com possibilidade de utilizá-lo como fonte de água para irrigação e fertilizantes orgânicos.

Palavras-chave: Ácido láctico, bebidas lácteas, economia circular, xarope de soro de leite, filtro de minhoca, microorganismos eficazes

1. Introducción

El suero lácteo, también denominado lactosuero, representa del 80 al 90% del volumen total de la leche que ingresa al procesamiento de quesos y al menos el 50% (en peso) de los nutrientes de la leche quedan en el suero y de acuerdo al tipo de coagulación utilizada en la elaboración de quesos se obtiene dos tipos de sueros bien definidos tales como el suero dulce a partir de la coagulación enzimática y el suero ácido a partir de la coagulación mixta o láctica y su

composición varía dependiendo de las características de la leche, tipo de queso elaborado y el proceso tecnológico empleado para la elaboración del queso.

La conversión del suero de queso en producto de valor agregado significa además del impacto económico positivo, la preservación del ambiente, ya que, con la industrialización de este subproducto de la elaboración de quesos, se aportará al desarrollo regional y nacional.

Con el desarrollo de proyectos de investigación y producción que ofrezcan soluciones tangibles para la valorización del lactosuero, es necesario asegurar la participación de diferentes actores, públicos y privados y en todos los niveles de gobierno con el fin de incorporar nuevas líneas productivas fomentando el uso eficiente de los recursos y la energía, reduciendo los costos económicos, ambientales y sociales, brindando productos de mayor valor agregado.

La gran mayoría de las plantas queseras no tienen aun totalmente resuelto el destino del lactosuero, situación que provoca impactos ambientales negativos. El objetivo del documento es promover a dar respuesta a una de las principales problemáticas que afronta hoy el sector de las industrias lácteas de pequeña y mediana escala ya que las bondades del lactosuero desechados y cuya valorización puede contribuir a la seguridad alimentaria y desarrollo sostenible de la industria quesera.

2. Potencialidades del lactosuero generado por la industria quesera

2.1. Microorganismos eficaces para el aprovechamiento de lactosuero

Los Microorganismos Eficaces (EM) están conformados esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, uno de los microorganismos representativos de las bacterias ácido lácticas es el *Lactobacillus casei*, empleado en la recuperación de ácido láctico a partir del suero lácteo y que puede ser considerado para la regeneración de otros macro compuestos presentes en el suero, que permiten recuperar 7 - 10% del residuo de lactosuero. (Sánchez S. et al., 2009). Se evaluó la capacidad de una mezcla de microorganismos benéficos (MB) para remover coliformes y *E. coli* presentes en residuos líquidos generados en una planta de tratamiento lácteo, teniendo como factores controlados, la concentración del coctel de

MB y el tipo de carga orgánica almacenada en el afluente. La reducción en la población de coliformes fluctuó entre 41,1 y 48% al utilizar las diferentes concentraciones de MB y en cuanto a la eliminación de *E. coli*, se apreciaron una reducción del 52% al utilizar el coctel al 2% y del 49,7% cuando la concentración de esta mezcla correspondió al 4% (Corpas & Herrera, 2012).

2.2. Lombrifiltro

El lombrifiltro presenta grandes virtudes que son fácilmente acoplables a la industria láctea, se presenta como una fusión entre la lombricultura y los filtros percoladores, llegando a complementarse de manera efectiva para el tratamiento y no presenta formación de lodos y presenta como un subproducto formado el humus (Alvaro & Villanueva, 2019).

2.3. Obtención de bebidas lácteas a partir de lactosuero

El término "bebidas a base de suero" tiende a enfocarse principalmente en productos bebibles, elaborados tradicionalmente a partir de suero líquido como componente principal o, al menos, como el más significativo y aportan nutrientes como calcio y proteínas. E utiliza el suero en la elaboración de algunas bebidas se les añade entre un 4 y un 5% de jugos cítricos, proporcionando una bebida rica 24 en nutrientes, de pH estable, con alto valor nutritivo, que rehidrata y es menos ácida que los jugos de frutas (Castells et al., 2017). Se realizó estudios respecto al diseño de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero como sustituto parcial de leche y diferentes estabilizantes comerciales y se compararon sus propiedades con un yogur natural azucarado usando una unidad experimental de 500 mL. Los resultados encontrados demostraron que el mejor tratamiento, fue (30% de lactosuero + 0,1% CC-729), el cual presentó un pH de 4,17, con una acidez del 0,67%, consistencia de 3,13 cm³ y 15,23 °Brix, sensorialmente todos tuvieron muy buena aceptación. El estabilizante CC-729 Descalzi (0,1%) al presentar mayor relevancia en las pruebas

fisicoquímicas mostró que mantiene las características de la bebida láctea fermentada (Montesdeoca et al., 2017).

Se evaluó una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote, resultando la mejor combinación el tratamiento que corresponde a (50% lactosuero y 6% de harina de camote), obteniendo los mejores resultados respecto al porcentaje de proteína y viscosidad. El mismo tratamiento se mostró como el más aceptable sensorialmente en cuanto a apariencia, olor, sabor y textura (Gavilanes et al., 2018). Por otro lado, también se realizó la elaboración de bebidas fermentadas tipo yogurt a base de lactosuero dulce y presentaron resultados fisicoquímicos adecuados de vida útil de más de 15 días en almacenamiento a 4°C, asimismo la bebida formulada con una concentración media de sólidos solubles, presentó el mayor grado de aceptabilidad (Marulanda et al., 2016). El estudio el aprovechamiento de suero de queso para la elaboración de yogurt de soya y se obtuvo un producto con adecuados indicadores de calidad físico-químicos y sensoriales con adición de un 20 % de suero pasteurizado a la pasta de soya (Sancho, 2015). Se investigó el uso de concentrado de proteína de suero (WPC) para mejorar las propiedades físicas de la bebida láctea fermentada sin grasa, las bebidas se prepararon a partir de leche en polvo descremada y WPC, la adición WPC provocó un aumento en el coeficiente de consistencia y tixotropía y una disminución en el tamaño de partícula de las muestras, la aplicación de WPC hasta un nivel del 2% influyó positivamente en las propiedades físicas de la bebida láctea fermentada sin grasa similar a los estabilizadores (Ozen & Kilic, 2009).

Los estudios respecto a los atributos cualitativos del yogurt desnatado preparado con aislado proteínico de lactosuero con reticulación enzimática o polimerizado térmico, se evaluaron los impactos de remplazar las proteínas de la leche por dos aislados proteínicos de lactosuero modificados (WPI) en la calidad del yogurt desnatado preparado., luego de realizar la comparación con el yogurt control generado

únicamente a partir de leche desnatada, estas muestras de yogurt no mostraron diferencias en las composiciones principales, aunque la utilización de WPI reticulado de alguna forma retrasó la fermentación del yogurt y estas muestras de yogurt han mejorado los valores de dureza, adhesión, ligereza y cohesión, reduciéndose la sinéresis, especialmente con la utilización del tratamiento a alta temperatura y larga duración de WPI, los dos WPI reticulados y polimerizados han creado muestras de yogurt con una viscosidad, elasticidad y módulos viscosos mejorados, además de una mejor estructura, en general, el WPI polimerizado fue mejor que el WPI reticulado para mejorar estos atributos cualitativos (Shi et al., 2016). El estudio respecto a la reutilización del lactosuero ácido y dulce de las queserías de Cajamarca en la elaboración de una bebida con sabor a poro-poro (*Pasiflora mollissima*) y sauco (*Sambucus peruviana*) el tratamiento con mayor aceptación y más parecidos a la muestra cero fueron los tratamientos para ambas frutas, cuyas formulaciones fueron: 70% zumo de fruta, 30% lactosuero, 10% azúcar, y 0,1% de benzoato de sodio. Los resultados fisicoquímicos y microbiológico cumplieron con la normatividad vigente (Salazar et al., 2016).

2.4. Fermentación alcohólica del lactosuero

El lactosuero residual de la elaboración de quesos, puede ser transformado de una manera viable y económica a través de un proceso de fermentación en una bebida refrescante de bajo grado alcohólico, la cual posee una concentración significativa de nutrientes y minerales capaces de ayudar a la nutrición humana, las características químicas, físicas y organolépticas obtenidas son muy semejantes a productos comerciales. Las bebidas fermentadas que se desarrollaron presentaron un contenido de etanol en entre 2.5 y 2.9%, proporcionando un grado alcohólico menor que el que contienen las bebidas alcohólicas refrescantes (4.5- 6.0%), con un aporte de proteína mayor de 3 g/100 ml y sin grasa. Estas bebidas fueron aceptadas por el panel de evaluadores, por lo que representan un

producto refrescante y a la vez nutritivo (Ortiz-ávila et al., 2018). el estudio realizado para obtener una cerveza artesanal "ale" tipo "stout" con el suero de leche como sustrato y granos de kéfir con ayuda de *Saccharomyces cerevisiae*, los resultados fueron óptimos para poder obtener una cerveza tipo 'stout', alcanzando las características de denominación de origen para una 'American stout', obteniendo % de volumen de alcohol de entre 5 a 7%, concluyendo que entre más suero de leche como sustrato se emplee en las formulaciones para elaborar cerveza 'ale' tipo 'stout', más altas serán las características sensoriales percibidas por el consumidor (Badillo, 2014).

2.5. Lactosuero como fuente de biopolímeros

Las películas y recubrimientos elaborados, a partir de proteínas extraídas de lactosuero, constituyen una alternativa de uso para un subproducto agrícola que, a pesar de su alto valor nutricional, es considerado un residuo de la industria quesera y durante años, se han buscado aplicaciones para su aprovechamiento con ello, evitar su contaminación en efluentes se recomienda evaluar la biodegradabilidad de las películas en el compost manteniendo una humedad relativa entre 30-50% (Granda et al., 2014). las películas de proteína láctea (caseína) representan materiales innovadores para su uso en el envasado alimentario debido a que son transparentes, biodegradables, presentan buenas propiedades de barrera al oxígeno además pueden usarse como soporte de agentes antimicrobianos, antioxidantes o nutrientes (Arrieta et al., 2011). Hoy en día, los problemas medioambientales debidos al uso de películas y embalajes sintéticos han provocado la producción de películas o revestimientos comestibles naturales, por lo que se realizó estudios para producir un recubrimiento de proteína de suero comestible-alginato con diferentes concentraciones de sistema lactoperoxidasa para controlar la carga microbiana y aumentar la vida útil de la carne de muslo de pollo almacenada en condición refrigerada (4 ± 1 ° C), se analizaron las bacterias mesófilas aerobias totales,

enterobacterias y *Pseudomonas aeruginosa* y los resultados indicaron que el recubrimiento tenía un efecto inhibitor sustancial en todos los lotes. Además, la actividad antimicrobiana del recubrimiento aumentó con el aumento de la concentración del sistema lactoperoxidasa en el recubrimiento de proteína de suero de alginato (Molayi et al., 2018).

2.6. Jarabe de lactosuero

La obtención de jarabe de suero a partir de residuos lácteos, para aprovechar todos los nutrientes presentes en este subproducto lácteo y reducir al máximo los impactos generados al ambiente. El jarabe de suero se obtuvo a través de una reacción de hidrólisis con la enzima: β -galactosidasa de *Kluyveromyces lactis* y la adición de insumos y aditivos, 1 h a 40 °C y 6,4 de pH con agitación constante. El lactosuero cumplió desde el punto de vista fisicoquímico y bacteriológico para ser utilizado como materia prima en la producción del jarabe de suero y tuvo (Parada et al., 2019).

2.7. Conversión de suero lácteo a biogás

La tendencia de adopción de sistemas de tratamiento anaeróbicos (biodigestores) para desechos agroindustriales tales como el lactosuero, ofrece ventajas energéticas al producir biogás así como ventajas ambientales al reducir el contenido orgánico del suero lácteo, asimismo es considerado un excelente recurso de la agroindustria, pues por cada 100 litros provenientes de la producción de 10kg de queso, aproximadamente se podría producir potencialmente el equivalente a 2 litros de gasolina en biogás (Viquez, 2012). El estudio realizado para optimizar la producción de biogas a escala de laboratorio con estiércol de bovino, lactosuero y totora (*Scirpus californicus*), concluyendo que al reducir la cantidad de estiércol e incrementar el volumen de lactosuero, se mantiene la producción de biogas, mientras que la totora no influye en la producción de biogas (Barrena et al., 2017).

2.8. Obtención de ácido láctico

El ácido láctico es producto de la extracción y purificación de caldos de fermentación donde se usa como bacterias fermentativas el co-cultivo *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, usualmente usadas para la producción de yogurt, el sustrato es suplementado con extracto de levadura, fosfato de amonio como fuente de nitrógeno y carbonato de calcio como neutralizante, esto con el fin de optimizar el consumo, por parte de las bacterias, del carbohidrato principal presente en el suero denominado lactosa (Rojas et al., 2015). El suero de leche es un sustrato adecuado para la producción de ácido láctico utilizando *Lactobacillus helveticus*, obteniéndose altos valores de rendimiento real (0.759 ± 0.061 kg de biomasa producidos / kg de lactosa consumidos para crecimiento), las condiciones óptimas de crecimiento del *Lactobacillus helveticus* es a 40°C y pH 5.9, con una productividad de ácido láctico de 13.02 kg/m^3 y $2.17 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{h}$, respectivamente. El máximo valor de productividad de biomasa y de ácido láctico fue $6.2 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{h}$ y $1.83 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{h}$ respectivamente, la máxima concentración de biomasa y ácido láctico en el estado estacionario fue 55 kg/m^3 y 10.97 kg/m^3 , mostrando que la bacteria *Lactobacillus helveticus*, presenta una gran afinidad por el suero de leche (Urribarrí et al., 2004).

2.9. Lactosuero como medio de cultivo de microorganismos

El lactosuero es un excelente medio de cultivo para la propagación de microorganismos probióticos y se puede utilizar como sustrato para la producción de un buen número de productos obtenidos a través de la fermentación, además de transformar la lactosa en ácido láctico mediante una primera fermentación y en una segunda utilizar este metabolito como fuente de carbono para otros procesos, asimismo el empleo del suero permite mantener las propiedades funcionales de las cepas cultivadas, pero para obtener mayor producción de microorganismos probióticos es necesario agregarle otra fuente de

nitrógeno como peptona de caseína, extracto de carne y además de algunas sales, como la producción de ácido láctico y la viabilidad de células son considerables, por lo cual este sustrato podría ser utilizado para la producción comercial de microorganismos probióticos dado a su bajo costo de obtención (Monzón, 2010). Los estudios para la elección de una levadura para la producción de biomasa en suero de queso con el fin de recomendar una especie de levadura para la producción de biomasa, utilizando como sustrato el suero de leche del proceso de elaboración de queso blanco, se compararon las especies *Kluyveromyces marxianus*, *Candida kefir* y *Saccharomyces cerevisiae* por medio de su crecimiento en un sistema de fermentación por lotes. Al comparar la variación en el tiempo según la levadura utilizada, se obtuvo diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Las levaduras *K. marxianus* y *C. kefir* presentaron un tiempo de 19 y 18 horas, respectivamente y *S. cerevisiae*, un tiempo de 24 horas. Con respecto a la productividad total de biomasa, la especie *K. marxianus* presentó un valor de $0,22 \text{ g/l} \times \text{h}$, resultando significativamente diferente ($p \leq 0,05$) a las especies *C. kefir* y *S. cerevisiae*, para las cuales se obtuvieron productividades de $0,14$ y $0,13 \text{ g/l} \times \text{h}$. La variación en el contenido de proteína de acuerdo con la levadura utilizada no resultó significativa ($p \geq 0,05$). Para la especie *K. marxianus* se obtuvo un contenido de proteína de 32%, 34% para *C. kefir* y 35% para *S. cerevisiae*. Se seleccionó la especie de levadura *Kluyveromyces marxianus* para la producción de proteína unicelular, por presentar un menor tiempo de fermentación, mayor productividad e igual contenido proteico de la biomasa que las otras levaduras, además de facilidades de utilización (Zumbado et al., 2005).

3. Oportunidades y retos en la aplicación del suero como subproducto

3.1. Economía circular en la industria láctea

La economía circular se basa en la prevención de residuos y un destino final de los residuos que impacten mínimo al ambiente, busca

utilizar una cantidad mínima de insumos externos (materiales y energía) reduciendo las descargas negativas al ambiente y dando un valor agregado a los residuos generados

(Abarca-Guerrero & Brenes-Peralta, 2018), en la tabla N° 01 se presenta el porcentaje de sub productos producidos en el sector alimentario donde destaca el lactosuero..

Tabla N° 01:

Porcentaje de subproductos generados en diferentes sectores de la industria alimentaria en la Comunidad Económica Europea

Industria	Subproductos	Porcentaje Total
Cárnica (mataderos)	Sangre, vísceras, huesos, intestinos, piel, grasas, pelo y plumas.	30 – 52
Pesquera	Cabezas, vísceras, colas, piel, espinas y conchas.	30 – 75
Vegetales	Hojas, semillas, pieles, tallos y pulpa.	5 – 50
Láctea	Lactosuero	90
Oleaginosa	Hojas, orujo, goma y jabones.	40 – 70
Azucarera	Pulpa, melazas y levaduras.	88

Fuente: Abarca-Guerrero & Brenes-Peralta, (2018).

El gran desafío es transitar de este modelo económico de tomar, hacer y desechar hacia uno en que la actividad económica se conciba como actividad reparadora y regenerativa. Así, el nuevo modelo busca que los materiales que entran en el proceso productivo ya sean materiales técnicos, como los plásticos, o biológicos, se mantengan por el mayor tiempo posible o incluso de manera indefinida. De esta manera, la economía circular se concibe como un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencia y flujos renovables (Corfo, 2019). Con el fin de aplicar la economía circular en la industria láctea, se realizó estudios respecto al aprovechamiento de las aguas residuales de la industria láctea como alternativa sostenible para aumentar la productividad del maíz en Perú, siendo el objetivo de investigación evaluar el efecto sobre la producción del cultivo de maíz al aplicar un biofertilizante obtenido por fermentación anaeróbica de lactosuero y estiércol bovino. Los resultados indican que los tratamientos con biofertilizante mejoraron los indicadores estudiados. El tercer tratamiento muestra valores más altos en todos los indicadores en comparación a los demás tratamientos, siendo los valores de rendimiento ($79.29 \pm 7.33 \times 103 \text{ kg/ha-1}$) y tasa de retorno marginas (85,73%) los más resaltantes, donde concluyeron que el biofertilizante obtenido a partir de estiércol bovino y

lactosuero tiene un efecto positivo en la producción de maíz y además su aplicación es viable económicamente (Del Carpio Salas et al., 2021).

4. Conclusiones

La economía circular es perfectamente aplicable a uso del lactosuero generado en la industria quesera, aprovechando el lactosuero podemos obtener distintos productos como las bebidas lácteas a partir del lactosuero, cerveza artesanal utilizando el suero de leche como sustrato, biopolímeros, jarabes además de otros usos como la producción de biogás, e incluso como una alternativa sostenible para aumentar la productividad de cultivos previa fermentación anaeróbica o con la aplicación de lombrifiltros y microorganismos eficaces para el aprovechamiento de lactosuero con posibilidades de utilizar como fuente de agua para riego y abono orgánico.

5. Referencias Bibliográficas

- Abarca-Guerrero, L., & Brenes-Peralta, L. (2018). *Economía circular: aplicaciones a MyPIMES procesadoras de lácteos*. Retrieved from <http://proleche.com/wp-content/uploads/2018/10/CL2018SVA9.pdf>
- Alvaro, C., & Villanueva, C. (2019). *Diseño y construcción de un filtro biológico para el tratamiento de aguas residuales de la empresa de lácteos Flor de Leche S . R .*

- L. mediante el uso de la Lombriz Eisenia Foetida, Lombrifiltro*. 9, 42–49.
- Arrieta, M. P., Peltzer, M. A., Garrigós Selva, M. C., & Jiménez Migallón, A. (2011). Envases alimentarios sostenibles. Biopelículas activas obtenidas a partir de proteínas lácteas. *Seguridad y Medio Ambiente*, 121, 46–56. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10251/30971>
- Badillo Gonzáles, S. I. (2014). *Elaboración de una cerveza artesanal "ale" tipo "stout" con suero de leche como sustrato y granos de kéfir como sustituto de levadura* [Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Ingeniería Química - Colegio de Ingeniería en alimentos]. Retrieved from <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/6824>
- Barrena, M., Gamarra, O., Milla, M., Fellenberg, T., & Ordinola, C. (2017). Optimización de la producción de biogas a escala de laboratorio a partir de estiércol de bovino, lactosuero y totora (*Scirpus californicus*). *INDES Revista de Investigación Para El Desarrollo Sustentable*, 3(2), 60. Retrieved from <https://doi.org/10.25127/indes.201502.007>
- Castells, M. L., González, M., Mattos, C., Juliano, P., Mellinger, C., Sepulveda, J. U., Jorcín, S., Krolow, A. C., Di Risio, J., & López, T. (2017). Valorización del lactosuero. In *Alternativas de valorización de sueros de quesería*. Retrieved from <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/lactosuero.pdf>
- Corfo. (2019). *Primer seminario de economía circular en el sector lácteo*. Retrieved from <https://www.fedeleche.cl/ww4/index.php/noticias/todas-las-noticias/4761-primer-seminario-de-economia-circular-en-el-sector-lacteo>
- Corpas Iguarán, E., & Herrera, O. (2012). Reducción de coliformes y escherichia coli en un sistema residual lácteo mediante microorganismos benéficos. *Reducción de Coliformes y Escherichia Coli En Un Sistema Residual Lácteo Mediante Microorganismos Benéficos*, 10(1), 67–76.
- Del Carpio Salas, M. A., Ancco, M., Linares, Flores Castro, A. E., Ancco-Loza, R., & Jimenez Pacheco, H. G. (2021). Aguas residuales de industria láctea como alternativa sostenible para aumentar la productividad del maíz en Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 26–36. Retrieved from <https://doi.org/10.18271/ria.2021.229>
- Gavilanes López, P. I., Zambrano Zambrano, Á. M., Romero Rosado, C. F., & Moro Peña, A. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 19, 47. Retrieved from https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i19.734
- Granda Restrepo, D., Medina Pineda, Y., Culebras Rubio, M., & Gómez Clari, C. (2014). Desarrollo y caracterización de una película activa biodegradable con antioxidantes (alfa-tocoferol) a partir de las proteínas del lactosuero. *Vitae (Medellín)*, 52, 11–19.
- Marulanda, M., Granados, C., & García-zapateiro, L. A. (2016). *Análisis sensorial y estimación fisicoquímica de vida útil de una bebida tipo yogur a base de lactosuero dulce fermentada con Lactobacillus Casei ssp. Casei **. 11(1), 94–103.
- Molayi, R., Ehsani, A., & Yousefi, M. (2018). The antibacterial effect of whey protein-alginate coating incorporated with the lactoperoxidase system on chicken thigh meat. *Food Science and Nutrition*, 6(4), 878–883. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/fsn3.634>
- Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R., & Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 39–44. Retrieved from <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000100006>
- Monzón Toledo, N. del R. (2010). *Uso del residuo de industrias lácteas (suero lácteo de vaca) para la propagación de microorganismos* [Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos]. Retrieved from <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/453/61578s.pdf?sequence=1>
- Ortiz-Ávila, W. F., Madrigal-ambriz, L. V., Gustavo, B., Jorge, S., & Cárdenas-magaña, A. (2018). *Northern Colima and*

- Southern Jalisco for the Development of a Fermented Low-Grade*. 37–49.
- Ozen, A. E., & Kilic, M. (2009). Improvement of physical properties of nonfat fermented milk drink by using whey protein concentrate. *Journal of Texture Studies*, 40(3), 288–299. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2009.00182.x>
- Parada Rivera, M., Tapia Gonzales, Z., Llerena Toledo, E., Carreras Garcia, F., & Manobanda Pinto, P. (2019). *Hidrólisis enzimática con β -galactosidasa de Kluyveromyces lactis para la obtención de jarabe de lactosuero*. 1. Retrieved from <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles21Art6.pdf>
- Rojas, A. M., Montaña, L. P., & Bastidas, M. J. (2015). Producción de ácido láctico a partir del lactosuero utilizando *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Colombiana de Química*, 44(3), 5–10. Retrieved from <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v44n3.55604>
- Salazar, A., Oblitas, J., & Rojas, E. (2016). Reutilización del lactosuero ácido y dulce de las queserías de Cajamarca en la elaboración de una bebida con sabor a poroporo (*Passiflora Mollissima*) y sauco (*Sambucus Peruviana*). *Agroindustrial Science*, 6, 147–154.
- Sánchez S., G. L., Gil G., M. J., Gil G., M. a., Giraldo R., F. J., Millán C., L. J., & Villada R., M. E. (2009). Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes. *Producción Mas Limpia*, 4(2), 65–74. Retrieved from [http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/aprovechamiento del suero lacteo.pdf](http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/aprovechamiento%20del%20suero%20lacteo.pdf)
- Sancho D, S. D. y L. D. (2015). Ciencia y Tecnología de Alimentos Tecnología. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 22, 39–44. Retrieved from <https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=10d28938-a9c9-4f76-b6d5-84c40385ca69%40sdcv-sessmgr01>
- Shi, J., Li, D., & Zhao, X.-H. (2016). Quality attributes of the set-style skimmed yoghurt containing enzymatic cross-linked or thermal polymerized whey protein isolate. *CyTA - Journal of Food*, 15(1), 1–7. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1200673>
- Urribarrí, L., Vielma, A., Paéz, G., Ferrer, J., Mármol, Z., & Ramones, E. (2004). Producción de ácido láctico a partir de suero de leche, utilizando *Lactobacillus helveticus* en cultivo continuo. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia*, 14(4), 297–302. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/959/95914403.pdf>
- Viquez Arias, J. (2012). *Conversión de suero lácteo a biogás*. Retrieved from <http://users.df.uba.ar/carlosv/dov/bioco mbustibles/biogas-fisica+biologia/paper2.pdf>
- Zumbado Rivera, W., Esquivel Rodríguez, P., & Wong González, E. (2005). Selección de una levadura para la producción de biomasa: crecimiento en suero de queso. *Agronomía Mesoamericana*, 17(2), 151. Retrieved from <https://doi.org/10.15517/am.v17i2.5155>