

ARTICULO DE REVISIÓN

APROVECHAMIENTO DEL LACTOSUERO EN LA INDUSTRIA

USE OF WHEY IN THE INDUSTRY

**Arias-Palma Gabriela¹, Moreano-Terán Nancy¹, Silva-Paredes Jenny¹*

Universidad Técnica de Cotopaxi – LATACUNGA –. Ave. Simón Rodríguez. Correo electrónico:
[*gabriela.arias@utc.edu.ec](mailto:gabriela.arias@utc.edu.ec), nancy.moreano@utc.edu.ec, jeny.silva@utc.edu.ec. Latacunga – Cotopaxi - Ecuador.

Recibido: Febrero 15 de 2021; aceptado: Junio 30 de 2021

RESUMEN

El presente artículo es una revisión bibliográfica sobre el aprovechamiento del lactosuero en la industria, aproximadamente el 90% de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero, por cada kg de queso se producen 9 kg de lactosuero liberando el 55% de sus nutrientes, este subproducto se ha convertido en algunos casos un residuo que contamina el ambiente pero con el avance de la tecnología, el lactosuero se ha convertido en materia prima para la elaboración de varios productos alimenticios por el alto contenido de minerales, vitaminas, proteína. Para la industria, este subproducto se ha convertido en una alternativa para el mejoramiento de las características organolépticas como textura, mejorador del sabor, estabilizante, emulsificante aplicado para la formulación de bebidas fermentadas, concentrados proteicos, elaboración de helados, manjar y otros productos.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia Gabriela Arias-Palma
E-mail: gabriela.arias@utc.edu.ec

Palabras clave: *lactosuero, aplicaciones, industria, alimentos, proteína.*

ABSTRACT

This article is a bibliographic review on the use of whey in the industry, approximately 90% of the milk used in the cheese industry is eliminated as whey, for each kg of cheese, 9 kg of whey are produced, releasing 55% of its nutrients, this by-product has become in some cases a residue that pollutes the environment but with the advancement of technology, whey has become raw material for the elaboration of various food products due to the high content of minerals, vitamins, protein. For the industry, this by-product has become an alternative for the improvement of the organoleptic characteristics such as texture, flavor improver, stabilizer, emulsifier applied for the formulation of fermented beverages, protein concentrates, ice cream making, delicacies and other products.

Key words: Whey, applications, industry, food, protein

INTRODUCCIÓN

El presidente de la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO) menciona que aproximadamente 3,5 millones de hectáreas se dedican a la producción de leche en el Ecuador. Existen 300 mil unidades productivas de leche de las cuales la gran mayoría son medianos y pequeños. Por el tamaño la mayoría de las propiedades es de menos de 100 hectáreas, en los cuales se produce el 65% de la leche; además, la producción de la leche es una actividad que depende mucho

de la población campesina, que es la que genera producción y empleo, especialmente de tipo familiar (Muñoz, J, 2019).

Según datos de FAO y Centro de Industrias Lácteas (CIL) la producción de leche diaria en el Ecuador asciende a 4.9823.700,00 litros diarios, de los cuales 2,662.560 litros son procesados, y dentro de esta cantidad, el 31% corresponde a Queso, 27% a leche en funda, 20% a leche en cartón, el 11% en leche en polvo, el 10% a yogurt y el 1% a otros productos derivados de los lácteos

(Alvarado, 2016; Mazorra-Manzano, et al., 2019).

En la publicación del 16 de febrero del 2016 en la Revista LÍDERES menciona que en los últimos ocho años el consumo per cápita de queso se duplicó. Este pasó de 0,75 kilos por persona al año en el 2006 a 1,57 kilos el año pasado, debido a tres factores: 1. La migración, el ecuatoriano que dejó el país y luego retornó ha adquirido la costumbre de consumir más de este derivado lácteo; 2. El desarrollo gourmet del país y la llegada de franquicias extranjeras que usan más este ingrediente y 3. El desarrollo de la industria.

Aproximadamente el 90% de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero, el cual es uno de los subproductos más contaminantes que existen en la industria alimentaria. No usar el lactosuero como alimento es un gran desperdicio de nutrimentos ya que este contiene cerca del 55% del total de los ingredientes, entre los cuales se encuentra incluidos la lactosa, proteínas, materia grasa y sales minerales (Parra, 2009; Cury, et al., 2017; Corzo et al., 2018).

El lactosuero es un líquido remanente de la coagulación de la leche durante la elaboración de quesos. De color amarillo

verdoso, transparente, de sabor ácido agradable, se obtiene tras la separación de proteínas (caseína) y de la grasa. Es uno de los subproductos alimentarios más ricos de la naturaleza, apreciables de lactosa, grasas, vitaminas A, C, D, E y de complejo B, así como minerales, tales como: calcio, fósforo, potasio y hierro (Miranda et al., 2019).

De acuerdo con el Código Alimentario Argentino (CAA) *“se entiende por suero de lechería a los líquidos formados por parte de los componentes de la leche, que resulta de diversos procesos de elaboración de productos lácteos, a saber:*

- 1. Suero de queso: es el subproducto líquido proveniente de la elaboración de quesos.*
- 2. Suero de manteca: es el subproducto líquido proveniente del batido de la crema en la obtención de manteca.*
- 3. Suero de caseína: es el subproducto líquido proveniente de la elaboración de caseínas.*
- 4. Suero de ricotta: es el líquido resultante de precipitar por el calor, en medio ácido, la lactoalbúmina y la lactoglobulina del suero de queso. (...)*”

De todos ellos el suero de queso se genera en mayor volumen y constituye la materia prima de los subproductos de suero de alto contenido proteico (Guerra et al., 2013).

Según las propiedades fisicoquímicas, el lactosuero puede ser clasificado como ácido ó dulce; el primero resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína y el segundo está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5. En la Tabla 1 se detalla la composición nutricional del lactosuero dulce y ácido.

Tabla 1. Composición de lactosuero dulce y ácido

Componente	Lactosuero dulce (g/L)	Lactosuero 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
Fosfatos	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Fuente: Panesar et al., 2007.

En cualquiera de los dos tipos de lactosuero obtenidos, se estima que por cada kg 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 (Liu et al., 2005).

Las proteínas del suero con mayor importancia en la leche son: α -lactoalbúmina que corresponde el 30% del total del contenido proteico, β -lactoglobulina que tiene propiedades emulsionantes y la inmunoglobulina. La mayoría de las proteínas del lactosuero contribuyen a las formulaciones de alimentos por sus propiedades de solubilidad, hidratación, emulsificación, textura y consistencia, formación de espuma, emulsificación, y propiedades de gelificación.

El lactosuero cuenta también con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico (Londoño et al., 2008). En la tabla 2 se registran los contenidos de vitaminas.

Tabla 2. Contenido en vitaminas del lactosuero

Vitaminas	Concentración (mg/ml)	Necesidades diarias (mg)
Tiamina	0,30	1,5
Riboflavina	1,2	1,5
Acido nicotínico	0,85	10-20
Acido pantoténico	3,4	10
Piridoxina	0,42	1,5
Cobalamina	0,03	2
Acido ascórbico	2,2	10-75

Fuente: Londoño et al., 2008

El propósito del presente trabajo fue describir algunas investigaciones

desarrolladas sobre los usos que se le puede dar al lactosuero en la agroindustria, reduciendo el impacto negativo que su emisión, vertimiento pudiera generar; convirtiéndolo en un producto útil y de mayor valor agregado, las propiedades funcionales y nutricionales que presenta el lactosuero lo han convertido en materia prima para obtener diferentes productos a nivel tecnológico (Zambrano, y Rivadeneira, 2021).

Bebidas fermentadas a base de lactosuero.

Las bebidas elaboradas a partir de lactosuero se consideran naturales por el contenido de carbohidratos, sodio, potasio que son estimulantes para combatir la fatiga, cansancio, reposición de energía después del ejercicio físico de la misma manera se encuentran presentes esta fracción proteica de β -lactoglobulina (β -LG, 40% a 50%), α -lactoalbúmina (α -LA, 12% a 15%), inmunoglobulinas (IGs, 8%), albúmina de suero bovino (BSA, 5%; por sus siglas en inglés: Bovine Serum Albumin), lactoferrina (Lf, 1%), lactoperoxidasa (0.5%), fracción proteasapeptona (12%) y el glicomacropéptidos (GMP, 12%) (Basantes, et al., 2020).

Las bebidas fermentadas son elaboradas a partir de suero dulce con la inclusión de

mezclas de bacterias probióticas como: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidm bacterium bifidum*, y el *Lactobacillus bulgaricus* (Miranda, et al., 2019).

También se añade otros estabilizadores, saborizantes, edulcorantes, concentrados de frutas o néctares de mango, melón, grosella, arándano entre otras; la mezcla de lactosuero con jugos de frutas mejorara propiedades nutricionales y funcionales, aportando antioxidantes naturales polifenoles, ácido hidroxicinámico, flavonas, pro-antocianidinas, que permiten características sensoriales aptas para el consumidor e incrementan la vida de anaquel del producto final (Sady, 2014).

Rodríguez-Villacis, y Hernández-Monzón, (2019). en el desarrollo del experimento de bebidas fermentadas a base de suero, determinan que el lactosuero puede variar en la composición y características dependiendo de la calidad de la leche y el tratamiento aplicado en el proceso antes de obtener el lactosuero. Por lo que determinan que las características del suero para la elaboración de bebidas fermentadas se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Caracterización del suero

Indicadores	Valor
-------------	-------

Acidez (%)	0,11
Grasa (%)	0,63
Proteína (%)	1,15
Sólidos Totales (%)	6,30
Densidad (Kg/L)	1,024
Viscosidad (mPa.s)	1,002

Fuente: Rodríguez-Villacis y Hernández-Monzón, 2019

(Londoño, et al., 2008) en la investigación sobre la elaboración de bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*, determina la cantidad de ingredientes para la elaboración de la bebida bajo ensayos previos a la investigación obteniendo la siguiente tabla 4.

Tabla 4.-Formulación elaboración bebida fermentada

Ingrediente	Gras a %	SNG %	Peso Kg	Gras a Kg	SN G %
Suero Entero	0,3	5,8	82,13	0,24	4,76
Crema de leche	65	3,15	1,30	0,84	0,04
Pulpa de Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)			10		
Jarabe de azúcar invertido			2,1		
Sacarosa			4,37		
Estabilizante			0,1		
Cultivo L. <i>casei</i>			(10 ⁻⁸ ufc/ml)		

Fuente: Londoño et al., 2008.

Proceso tecnológico para la elaboración de bebidas fermentadas.

Según (Londoño et al., 2008; Rodríguez Villacis, et al., 2019). establecen el siguiente proceso para la elaboración de bebida fermentada de suero.

Obtención de materia prima. - El suero será obtenido del proceso de elaboración de queso fresco o blanco, de 200 Kg de leche, resultará 120 Kg de suero fresco.

Filtrado. - El suero debe ser filtrado por mallas muy finas para limpiar residuos de queso o producto, debe contener el 0,3 % de grasa.

Estandarizado. - Para elaborar la bebida fermentada la crema de leche deberá contener el 65 % de grasa y el suero el 1 % de grasa.

Calentamiento. - En el calentamiento se realiza la mezcla del estabilizante, en el caso se utilizó Carboximetilcelulosa (CMC), sacarosa y jarabe de azúcar envasado 6 %, a 45 °C, previamente se obtendrá suero calentado y endulzado.

Homogenización y pasteurización. - Se homogeniza el suero a una presión de 10.342 kPa, para luego pasteurizar por 15 minutos a 85°C, posterior a ello se realiza el

enfriamiento hasta una temperatura de 41 °C.

Inoculación.- Disolver el cultivo microbiano (10^{-8} ufc/ml) en leche pasteurizada e inocular en la bebida, previo a una agitación entre 3 a 5 minutos con un pH de 5,8 para la fermentación del suero es necesario emplear estos microorganismos, que cuando son ingeridos en cantidades suficientes tiene efectos saludables, son considerados como probióticos y sobreviven en el medio ácido del estómago y del intestino resultando beneficioso para personas intolerantes a la lactosa. (Boumba, 2017).

Adición de Pulpa. - Agregar pulpa de fruta el 10 % con 11°Bx, también se puede agregar saborizante artificial o esencia de frutas.

Empaque y almacenamiento. - Lo más recomendable es envasar en recipientes de vidrio para facilitar el almacenamiento a una temperatura de 4°C y humedad relativa al 90 %.

Según Miranda.et al., 2014, manifiesta que las bebidas fermentadas presentan las siguientes características organolépticas
Olor: característico a bebida fermentada,
Sabor: ligeramente ácido agradable,
Aspecto: homogéneo, superficie lisa y brillante,
Textura: ligeramente viscosa.

Concluyendo que es una bebida acidificada, con un gusto ligeramente ácido, pero agradable al paladar con un coagulo ligeramente viscoso.

Según (Molero, 2017) en la investigación sobre la evaluación sensorial de bebidas fermentadas a base de lactosuero determina que la esencia de coco tuvo el 91 % de aceptación, en segundo lugar, la esencia de fresa obtuvo el 63 % de aceptación y en tercer lugar la esencia de mango y frutas tropicales con el 59 % de aceptación.

Con respecto al grado de dulzor se determina que la formulación adecuada para obtener una bebida fermentada con el 57 % de aceptación la adición del 6 % de azúcar, la forma adecuada o correcta de agregar el azúcar el después de la fermentación de la bebida para obtener mejores características sensoriales. (Molero, 2017).

En cuanto al sabor de las bebidas fermentadas se pueden notar algunas diferencias significativas por los cultivos microbianos utilizados (CMC, *L.acidophilus*, *L. casei*, el *Bifidum bacterium bifidum*, y el *Lactobacillus bulgaricus*) en la investigación de (Flores.C,2017) determina que la bebida mejor evaluada en referencia a atributos de aceptación y mejor consistencia fue aquella que se utilizó (CMC) como estabilizante.

Las bebidas fermentadas tienen una vida útil de 21 días, sin presentar alteraciones, la temperatura adecuada de almacenamiento es de 4°C, los microorganismos inoculados en la bebida permanecieron viables en vida de anaquel, obteniendo valores superiores a 10^6 ufc-g⁻¹. La bebida desarrollada es una buena alternativa de uso del suero en la alimentación humana, debido a su gran valor nutricional y ser aplicada en casos de desnutrición infantil. (Londoño, 2008).

Concentrados proteicos de lactosuero

Aproximadamente el 90 % del total de leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero el mismo que retiene el 55 % del total de ingredientes de la leche como lactosa, proteínas solubles, lípidos, sales minerales (Fernández et al., 2009; Motta-Correa, et al., 2015).

Las proteínas retenidas en el lactosuero cumplen un papel importante para la nutrición rica y balanceada como fuente de aminoácidos esenciales (Ha, 2003), además contiene alto valor biológico por la presencia de leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados, este contenido se puede comparar con el huevo encontrándose en el lactosuero el alto contenido de leucina y lisina. (Baro, 2001).

La mayoría de las proteínas de lactosuero, β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina, contribuyen a las propiedades funcionales de los ingredientes de proteínas (Flett y Correding, 2009) y en las formulaciones de alimentos, dentro de estas propiedades se tienen la solubilidad, hidratación, emulsificación, textura y consistencia, formación de espuma, emulsificación, y propiedades de gelificación de las proteínas de lactosuero (Spellman et al., 2009; Nicorescu et al., 2009; Gómez Soto, et al., 2019).

Son usadas ampliamente en una variedad de alimentos por las propiedades gelificantes y emulsificantes como la β -lactoglobulina (Akhtar & Dickinson, 2007) los geles de proteína pueden ser usados como hidrogeles de pH sensitivos, el cual tiene la capacidad de hincharse al contacto con el agua y retiene una fracción considerable de agua. (Gonzalez, et al., 2002).

Propiedades funcionales del concentrado de proteína de suero

Las propiedades funcionales son de interés para el procesamiento de alimentos para obtener mejor sabor y textura, la fuerza de un gel a partir concentrado de proteína del suero (WPC) está relacionado con factores

de pH, fuerza iónica, concentración y composición del alimento. (Reynolds y Veith, 2004).

Solubilidad. - Las proteínas del suero que no son desnaturalizadas por el calor muestran una excelente solubilidad en un rango de pH de 3 a 9. Sin embargo, a temperatura de 70°C pueden perder parcialmente la solubilidad debido a que algunas proteínas se precipitan a valores de pH cercanos a puntos isoeléctricos.

Retención de Agua. – La aplicación de calor a una solución de (WPC), causa un ligero incremento en la viscosidad y en la capacidad de retención de agua disminuyendo la solubilidad, se utiliza como espesante para sopas, salsas, yogurt, productos cárnicos. (Gonzalez, et al., 2002).

Gelación. - Bajo condiciones adecuadas de temperatura los WPC forman geles irreversibles formando redes tridimensionales extendidas, el agua es atrapada dentro de los capilares entre la matriz del gel, la formación de la red ayuda a retener el agua y evita la pérdida de humedad. La proteína del suero empieza a gelificar cuando se aplica temperaturas a 65°C.

Adhesión. - Los (WPC) tienen excelentes propiedades de adhesión, mejorando textura de los alimentos haciendo una mezcla más homogénea.

Emulsificación. – Las proteínas tienen regiones hidrofílicas e hidrofóbicas que forman membranas interfaciales alrededor de la grasa previniendo la coalescencia y pérdida de aceite.

Espumado. – Al calentar y mezclar con emulsificantes específicos el contenido de WPC se transforma en un fluido cremoso y adquiere una textura de sensación de grasa a los alimentos, de esta forma se puede reemplazar a la grasa utilizada en pastelería, manteniendo un sabor agradable.

Métodos de obtención de concentrados de proteína de suero.

Ultrafiltración. Para obtener los concentrados de proteína de lactosuero se realiza por métodos de ultrafiltración utilizando una membrana semipermeable, que permite el paso de materiales de bajo peso molecular como agua, lactosa, por otro lado, retiene materiales de alto peso molecular como las proteínas, al contenido se aplica proceso de evaporación y liofilización. (Zadow, 2003).

Para la ultrafiltración se utilizan membranas porosas de 2 a 100 nm, están diseñadas para retener moléculas entre 5 y 800 KDa. El (WPC) obtenido por este método contiene el 68.4% de β -lactoglobulina y 21.3 % de α -lactoalbúmina.

Osmosis Inversa. – Se utiliza membranas con poros de 0.3 a 1 nm y bajo peso molecular, se emplea presión a contracorriente.

Electrodialisis. - El suero se acidifica para desarrollar una carga positiva en las moléculas de la proteína. Las proteínas con carga positiva se unen a la resina con carga negativa, mientras que la lactosa, grasa y minerales se separan de las proteínas. Posteriormente se forma un sistema alcalino y las proteínas desarrollan una carga negativa y se separan de la resina eliminando los residuos no deseados. (Zadow, 2003).

Aplicaciones del concentrado de proteína de lactosuero en alimentos

En el mercado se encuentran concentrados que contienen 34 - 35 % hasta el 80 % que se aplican, para enriquecer, fortificar alimentos y bebidas sustitutos de leche descremada, utilizados para elaboración de yogurt, elaboración de bebidas, salsas,

galletas, helados, pasteles, panadería, embutidos, fórmula de leche para niños, chocolates, suplementos dietéticos, mayonesas, (Gómez et al., 2019).

La adición del 4 % de (WPC) a la harina de maíz, de trigo, arroz puede duplicar el contenido de proteína en la elaboración de cereales (Zadow, 2003).

Reconstitución, enriquecimiento, alimentos formulados y fortificados. - Los alimentos en las diferentes etapas de procesamiento pierden nutrientes la aplicación de WPC permite la restauración de los nutrientes durante y después del procesamiento, también se aplica para el enriquecimiento de alimentos incorporando vitaminas, como la tiamina, riboflavina, niacina y minerales como hierro en productos de grano refinado.

Los alimentos formulados son diseñados para satisfacer necesidades nutricionales específicas, existe demanda de alimentos con alto contenido proteico para ciertos problemas de desnutrición o dietas especiales.

En alimentos fortificados consiste en aplicar cantidades específicas antes del procesamiento de los alimentos, para garantizar el contenido nutricional del producto final. Por ejemplo, en dulces,

refrescos, la adición de (WPC) deben ser bajo condiciones y características de almacenamiento, proceso, usos del producto.

Hidrolizados (Santana et al., 2008; Spellman et al., 2009) determinan que estos productos son ricos en oligopéptidos, especialmente di- y tripéptidos, representan una manera de mejorar la utilización de la proteína, (Foegeding y Luck, 2002) la hidrólisis es usada para cambiar condiciones de gelificación, mejorar la estabilidad y habilidad de formar espuma al incrementar la cantidad de aire incorporado, además pueden ser aplicados para incrementar la estabilidad.

Entre las fuentes de proteínas que pueden ser usadas para la preparación de hidrolizados están: aislado de caseinato, y la proteína de leche. Sin embargo, en países subdesarrollados, esta proteína necesita ser importada la cual causaría un considerable incremento en costos (Santana et al., 2008).

Aislados. Los aislados de proteína de lactosuero (WPI) tienen como características importantes un 90% de proteína y entre 4-5,5% de agua (Foegeding y Luck, 2002), han sido empleados como proteínas de alimentos funcionales en

formulaciones de alimentos, por sus propiedades de hidratación, gelificación, emulsificación, y propiedades para formación de espuma de WPI (Foegeding y Luck, 2002; Nicorescu et al., 2009; Caicedo, et al., 2019).

Fórmulas infantiles. La elaboración está principalmente basada en leche de bovinos y sus derivados como un sustituto de la leche humana, para las fórmulas infantiles son mezclas en igual cantidades de leche descremada, lactosuero desmineralizado (Wit, 2003) y otros componentes como vitaminas, minerales, nucleótidos entre otros (Sinha et al., 2007).

El principal problema en estas aplicaciones es la β -lactoglobulina proteína ausente en la leche humana, ha demostrado ser un problema desarrollando alergia infantil por lo cual limita la aplicación del producto para consumo de los infantes. Sin embargo, varios productos comerciales destinados a alimentos infantiles están basados en la caseína de lactosuero y la mayoría de ellos tienen importantes cantidades de β -lactoglobulina (con tratamientos previos como la desnaturalización) (Lucena et al., 2009)

Incidencia del lactosuero en la elaboración del manjar

El manjar de leche es un producto que se consume en la mayoría de países de Latinoamérica, y adquieren diferentes nombres dependiendo de la región o país. En el Perú se le denomina “manjar blanco” en Ecuador se conoce con el nombre de “manjar de leche”, en Colombia como “arequipe”, en Argentina, Uruguay y Paraguay se le denomina “dulce de leche”. Asimismo, su consumo se ha difundido y está en creciente expansión hacia otros países de América y Europa. (López Torres, 2018).

La elaboración del manjar consiste en someter a concentración una mezcla de leche con algún tipo de edulcorante generalmente sacarosa. El proceso de obtención del manjar conlleva las operaciones de estandarización, homogenización, neutralización, precalentamiento, concentración, enfriamiento, envasado y almacenamiento.

En la elaboración de manjar se han realizado investigaciones con el fin de sustituir un porcentaje de leche con lactosuero y evaluar su incidencia en las características organolépticas y bromatológicas. El lactosuero que se utilizó en las investigaciones provenía del desuerado de queso fresco.

En la investigación de Muñoz y Murillo (2018), se establece tres niveles de sustitución de leche por lactosuero en la elaboración del manjar con nueces (10, 20, y 30%), se realizaron análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales con el fin de determinar la calidad y aceptabilidad de los tratamientos en estudio, así, como del testigo. De los resultados obtenidos en cuanto al análisis sensorial se concluye que en el tratamiento que no se añadió lactosuero, se alcanzó la mayor aceptabilidad en comparación con aquellos tratamientos en los que se realizó la sustitución. En relación a los sólidos solubles el tratamiento testigo mostró los mejores resultados. (Muñoz y Murillo, 2018).

En otra investigación realizada por Torres y Vera (2016). se estudia la utilización del lactosuero y pectina en la elaboración de un manjar, con sustituciones del lactosuero en porcentajes de 30, 40 y 50% y concentraciones de pectina del 0.5, 1 y 1.5%. En este trabajo se evaluó el contenido de sólidos totales y aceptabilidad de los diferentes tratamientos aplicados en la elaboración del manjar.

El efecto de la sustitución del lactosuero y la adición de pectina influyó favorablemente en la concentración de sólidos totales del manjar alcanzando valores 72.71% en el

producto que contenía un 30% de lactosuero y 1% de pectina. En cuanto a la aceptabilidad del producto el que mejor resultado obtuvo fue el tratamiento que tenía un 50% de lactosuero y 0.5 % de pectina, con lo que se puede concluir que al aumentar un estabilizante mejora las características del lactosuero en cuanto a la concentración de sólidos totales y también su aceptabilidad al presentar una mejor textura (Torres y Vera 2016).

Adición de suero en la elaboración de helados

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 706: 2013, define el helado como un producto alimenticio, higienizado, edulcorado, obtenido a partir de una emulsión de grasas y proteínas, con adición de otros ingredientes y aditivos permitidos en los códigos normativos vigentes, o sin ellos, o bien a partir de una mezcla de agua, azúcares y otros ingredientes y aditivos permitidos en los códigos normativos vigentes, sometidos a congelamiento con batido o sin él, en condiciones tales que garanticen la conservación del producto en estado congelado o parcialmente congelado durante su almacenamiento y transporte.

El proceso de elaboración del helado consiste en el mezclado de los ingredientes

líquidos y secos (materia grasa, sólidos no grasos, emulsificantes, estabilizantes, azúcares, productos lácteos entre otros). La mezcla posteriormente es pasteurizada, homogenizada, enfriada, madurada y congelada.

En un estudio realizado por Abrate Deco, (2017) se evaluó la estabilidad de helados de crema utilizando diferentes proteínas entre las que se consideró el suero de queso en polvo. Se realizó la formulación del helado considerando un 10% y 20% de las proteínas en estudio para cada tratamiento, donde evaluaron parámetros como el overrun, derretimiento, constante de velocidad y periodo de latencia. Se pudieron establecer diferencias significativas entre las formulaciones presentadas acorde al tipo de fuente proteica: las fórmulas de leche en polvo descremada y suero de queso en polvo tuvieron un comportamiento similar al testigo; mientras que aquellas formulaciones que presentaron plasma bovino y harina de soja desgrasada fueron las que exhibieron los mejores resultados en cuanto a las dos variables más importantes de análisis (overrun y estabilidad de drenado). (Abrate Deco, 2017).

De la investigación realizada se puede identificar que la incorporación de proteína de suero en la elaboración de helados permite obtener características similares a un helado de crema normal, por tanto, el uso de lactosuero podría ser una alternativa en la producción de helados.

En otra investigación de elaboración de helado tipo artesanal se evaluó la incidencia del lactosuero en las características sensoriales del producto. Se estudiaron tres niveles de incorporación de lactosuero 15, 25 y 30 % y se midieron variables de sabor, textura, aroma y calidad general mediante un test hedónico aplicado a un panel de catadores semi entrenados. El suero que se utilizó fue previamente tratado con lactasa. Los resultados que arrojó la investigación indican que las variables de apariencia y

CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación realizada se puede concluir que el lactosuero es un producto de gran valor nutricional ya que muchos de los componentes de la leche como proteínas y lactosa, se eliminan en el suero en el proceso de producción de queso.

Dentro de los principales productos de lactosuero están los concentrados proteicos que adquieren concentraciones de proteína

textura del helado no tuvieron una diferencia significativa, pero se consideró como mejor tratamiento un contenido de 15% de lactosuero, ya que reportó los mejores promedios. El aroma del helado fue disminuyendo conforme aumentaba la concentración de lactosuero, por lo que el investigador sugiere que esta variable está ligada directamente al porcentaje de lactosuero incorporado en el helado. El sabor tampoco presentó diferencia estadística, pero a una mayor concentración de lactosuero el sabor tiene a ser menos aceptable. La calidad general del helado mantuvo la misma tendencia que el resto de atributos considerando que el porcentaje de 15% de lactosuero presentó las mejores características sensoriales para el helado tipo artesanal. (Muñoz et al., 2017).

que van desde el 34% hasta el 80%, destacando la presencia de aminoácidos esenciales como la leucina, triptófano y lisina. La composición de los concentrados proteicos del lactosuero le confiere propiedades funcionales y como aditivo puede mejorar las características físicas y nutricionales de otros alimentos procesados.

En cuanto a la utilización del lactosuero en la elaboración de productos como bebidas fermentadas, manjar y helados se puede concluir que su adición debe ser moderada, ya que si bien, puede mejorar sustancialmente la calidad nutricional del producto, muchas veces la aceptabilidad se ve perjudicada.

La incorporación del lactosuero en la industria de alimentos podría significar una gran alternativa frente a la contaminación

que este subproducto genera al ser vertido en suelos o aguas, por tanto, se debe incentivar a buen manejo del suero con fines de industrialización y aplicar las investigaciones existentes para la mejora de la producción alimentaria

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abrate Deco, F (2017). *Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Químicas Universidad Católica de Córdoba).

Acevedo, C. D. (2010). Gelificación Fría de las proteínas del Lactosuero. *Revista ReCiTeIA ISSN2027 -6850. V.10 No.2. PP.1-19. Cali, Colombia.*

Akhtar, M. and E. Dickinson. 2007. Whey protein-maltodextrin conjugates as emulsifying agents: An alternative to gum arabic. *Journal Food Hydrocolloids* 21(4): 607-616.

Alvarado, R. (2016). Estudio de Mercado "Sector de la leche en el Ecuador). Superintendencia de Control del Poder de Mercado. Intendencia: Zonal 4 – Portoviejo.

Arteaga Muñoz, J., Daniel Zambrano Espinoza, M., Gabriela Loor Saltos, L., Jeannette, Zambrano Morán, J., Ramón & Rivera Fernández, R. Darío (n.d.). Características Sensoriales De Un Helado Artesanal Elaborado Con Suero De Leche Sensory Characteristics in Artisanal Ice Cream With Milk Serum Resumen. 8(2), 69–73.

Baró, L., Jiménez, J., Martínez-Férez, A., & Bouza, J. J. (2001). Péptidos y proteínas

de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 42(3-4), 135-145.

Basantes, A. I. R., Basantes, C. A. A., Martínez, A. P., & Santana, K. D. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 18(2), 166-175.

Boumba, A. (2017). Desarrollo de bebida fermentada a partir de suero requesón. REVCITECAL. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, IIIA, Cuba.

Bund, R. and A. Pandit. (2007). Rapid lactose recovery from buffalo whey by use of "anti-solvent, ethanol". *Journal of Food Engineering* 82(3): 333-341.

Caicedo, W., Orlando, Moyano, J. C., Benedicto Valle, S., Díaz, L. A., y Caicedo, M. E. (2019). Calidad fermentativa de ensilajes líquidos de chontaduro (*Bactris gasipaes*) tratados con yogur natural, suero de leche y melaza. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 167-177.

Corzo H. Mónica J., Caballero P. Luz A., Rivera María E. (2018). Factores que

influyen en la composición y calidad microbiológica de la leche cruda almacenada en un centro de acopio. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN 1692-7125. Volumen 16 N° 2. Pp: 86- 106.

Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A., Olivero, R., & Ch, L. C. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 9(S1), 122-132.

Foegeding, E. and P. Luck. (2002). Whey protein products. 1957-1960. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (eds.). *Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition*. Academic Press, New York.

Fernández, M., R. Fornari, M. Mazutti, D. Oliveira, F. Ferreira, A. Cichoski, R. Cansian, M. Luccio and H. Treichel. (2009). Production and characterization of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source. *Journal of Food Engineering* 90(1): 119-123.

Flett, K. and M. Corredig. (2009). Whey protein aggregate formation during heating in the presence of k-carrageenan. *Food Chemistry* 115(4): 1479-1485.

González-Martínez, C., Becerra, M., Cháfer, M., Albors, A., Carot, J. M., & Chiralt, A. (2002). Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. *Trends in Food Science & Technology*, 13(9-10), 334-340.

Gómez Soto, J. A., y Sánchez Toro, Ó. J. (2019). Producción de galactooligosacáridos: alternativa para el aprovechamiento del lactosuero. Una revisión. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 129-157.

Guerra, Á. V. A., Castro, L. M. M., y 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.

Ha, E., & Zemel, M. B. (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *The Journal of nutritional biochemistry*, 14(5), 251-258.

Liu, X., K. Chung, S. Yang and A. Yousef. (2005). Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Journal Process Biochemistry* 40: 13-24.

Londoño Uribe, M. M., Sepúlveda Valencia, J. U., Hernández Monzón, A., & Parra Suescún, J. E. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4409-4421.

López Torres, J. (2018). Dulces de leche utilizando lactosuero. *Leches Concentradas Azucaradas: De La Tradición a La Ciencia*, 202-220.
<https://doi.org/10.35985/9789585522466.7>

Lucena, M., S. Álvarez, C. Menéndez, F. Riera and R. Álvarez. (2007). α -Lactalbumin precipitation from commercial whey protein concentrates. *Journal Separation and Purification Technology* 52(3): 446-453.

Mazorra-Manzano, M. Á., & Moreno-Hernández, J. M. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *Ciencia UAT*, 14(1), 133-144.

Miranda, O. M., Palma, P. L. F., Palma, I. P., Agramonte, C. C., Rivero, L. S., & Vázquez, L. M. (2019). Una bebida probiótica con posibles aplicaciones terapéuticas elaborada a escala industrial a

partir del suero de leche. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 29(2), 347-358.

Miranda, O. M., Fonseca, P. L., Ponce, I., Cedeño, C., Rivero, L. S., & Vázquez, L. M. (2014). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Cubana de alimentación y nutrición*, 24(1), 10.

Molero-Méndez, M. S., Flores-Rondón, C., Leal-Ramírez, M., & Briñez-Zambrano, W. J. (2017). Evaluación sensorial de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Revista Científica*, 27(2), 70-77.

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.

Muñoz, G. M. y Ramiro Villegas N. (2019). "Bebida fermentada a base de lacto suero y soya (*Glycine max*) inoculada con mucílago de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*)". Universidad Estatal de Quevedo. Tesis de Pregrado - Ingeniería en Alimentos. P. 144.

Muñoz, J. (2019). "Reutilización del lactosuero y su efecto en la sostenibilidad

ambiental de la Cooperativa de Producción Agropecuaria del Cantón Chone – Ecuador". Universidad del Perú. Decana de América. Lima.

Muñoz, J. D. A., Espinoza, M. G. Z., Saltos, L. J. L., Morán, J. R. Z., & Fernández, R. D. R. (2017). Características sensoriales de un helado artesanal elaborado con suero de leche. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 8(2), 69-73.

Muñoz Patricio, J., y Murillo, J. P. M. (2018). Elaboración de manjar con nueces (*Juglans regia*) utilizando diferentes niveles de lactosuero como sustituto de la leche. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(10), 27-33.

Nicorescu, I., C. Loisel, A. Riaublanc, C. Vial, G. Djelveh, G. Cuvelier, J. Legrand. (2009). Effect of dynamic heat treatment on the physical properties of whey protein foams. *Food Hydrocolloids* 23(4): 1209-1219.

Panesar, P., J. Kennedy, D. Gandhi And K. Bunko. (2007). Bioutilisation Of Whey For Lactic Acid Production. *Food Chemistry*.

Parra Huertas, Ricardo Adolfo. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de

alimentos. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 62(1), 4967-4982. Retrieved June 10, 2021, from

Párraga, R. R. M., & Chávez, K. P. (2020). Evaluación fisicoquímica del lactosuero obtenido del queso fresco pasteurizado producido en el taller de procesos lácteos en la Espam "MFL". *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 10(1), 2-10.

Rodríguez Villacis, D., Rodríguez Sánchez, J. L., & Hernández Monzón, A. (2019). Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora (*Rubus glaucus* Benth) con características probióticas. *Tecnología Química*, 39(2), 301-317.

Sady, G. J. T. G. M., & Pogoñ, E. B. K. (2014). Quality of apple-whey and apple beverages over 12-month storage period. *Journal of Food and Nutrition Research (ISSN 1336-8672)*, 53(2), 117-126.

Santana, M., E. Rolim, R. Carreiras, W. Oliveira, V. Medeiros and M. Pinto. 2008. Obtaining oligopeptides from whey: Use of subtilisin and pancreatin. *American Journal of Food Technology* 3(5): 315-324.

Spellman, D., G. O'Cuinn and R. FitzGerald. (2009). Bitterness in *Bacillus* proteinase hydrolysates of whey proteins. *Food Chemistry* 114(2): 440-446.

Sinha, R., C. Radha, J. Prakash and P. Kaul. (2007). Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. *Food Chemistry* 101(4): 1484-1491

Torres Muñoz Gema L. y Vera Meza Jesús M. (2016). Incidencia del lactosuero y la pectina sobre los sólidos totales del manjar de leche. Tesis previa la obtención del título de ingeniero agroindustrial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador.

Wit, J. 2003. Dairy ingredients in non-dairy foods. 718-727. In: Francis, F. (ed.). *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Wiley, New York.

Zadow, J. G. (2003). Protein concentrates and fractions. 6152-6156. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Wiley, New York.

Zambrano, M. B. W., & Rivadeneira, A. A. D. (2021). Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero:

Antecedentes investigativos y usos
tradicionales. *La Técnica: Revista de las*

Agrociencias. ISSN 2477-8982, (26), 39-5