



## **Panorámica general sobre la recuperación de las proteínas solubles del lactosuero**

Overview about the recovery of soluble whey proteins

Victoria García Casas

**Fecha de recepción:** 18 de febrero del 2015

**Fecha de aceptación:** 04 de mayo del 2015

# Panorámica general sobre la recuperación de las proteínas solubles del lactosuero

## Overview about the recovery of soluble whey proteins

Victoria García Casas<sup>1</sup>

**Como citar:** García, V. (2015). Panorámica general sobre la recuperación de las proteínas solubles del lactosuero. *Revista Universidad de Guayaquil*. 121(3), 27-34. DOI: <https://doi.org/10.53591/rug.v121i3.380>

### Resumen

El lactosuero es un subproducto de la industria quesera rico en nutrientes de alto valor biológico, que está siendo utilizado por muchos países desarrollados y en vías de desarrollo en diferentes procesos industriales. Las proteínas son sustancias que están presentes en las células vegetales y animales formando las moléculas de información, así lo citan diversos autores, quienes además indican que son los macronutrientes que cumplen más funciones en los seres vivos, como metabólica, estructural y reguladora, razón por la cual son consideradas como compuestos orgánicos complejos. Por su parte, las proteínas séricas representan el 20% del total de las proteínas de la leche, formadas por Holo proteínas y glucoproteínas, conocidas también como proteínas solubles, de importancia por cuanto juegan un rol protagónico para la industria alimentaria gracias a sus propiedades funcionales que las hacen propicias para incorporarse como ingrediente de diversos productos alimenticios. En conjunto estas características han motivado grant des esfuerzos en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías en aras de potenciar la recuperación de este derivado lácteo.

Palabras clave: Lacto suero, Proteínas del suero lácteo, Tecnología de membranas, Termo coagulación, Recuperación de proteínas

### Summary

The whey milk is a product of the cheese industry, rich in nutrients of high biological value, it is being used by many developed countries and in process of development in different industrial processes. Proteins are substances that are presented in vegetable and animal cells, they form molecules information, as several authors quote that they are macronutrients that comply more functions in living creatures, such as metabolic, structural and regulatory, this is reason why they are considered as complex organic compounds Meanwhile, the serum proteins represent the 25% of total milk protein, they are formed by holoproteins and glycoproteins, also known as soluble proteins, these proteins are so important because of the lead role they play to the food industry due to their functional properties that are considered as conducive to be ad ded as an ingredient in miscellaneous food products. Together these characteristics have encouraged great efforts in research and development of new technologies in order to enhance recovery of this dairy product

Keywords: Whey, whey proteins, technology, thermal coagulation, protein recovery.

<sup>1</sup> Doctor - Arquitecto, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: [revistaug@ug.edu.ec](mailto:revistaug@ug.edu.ec)

## Introducción

El lacto suero es un subproducto lácteo resultante de la fabricación del queso, comprende la fase hídrica de la leche conformada por sustancias disueltas, rico especialmente en proteínas de alto valor biológico y lactosa; su riqueza en nutrientes permite que sea propicio al ataque microbiano, por ello es necesario procesarlo de manera rápida. El suero no es un sustituto de la leche, aunque sea parte de ella y es rico en compuestos de gran beneficio para la salud y nutrición de los consumidores. (Por veda, scielo, 2013). Las proteínas del suero lácteo son proteínas de alto valor biológico, comparables con las proteínas de la carne e incluso con las proteínas del huevo consideradas de alta calidad.(Cil, 2014). Para Alais, (1988) ciertas proteínas presentes en el lacto suero tienen función biológica y actúan con acción enzimática o como anticuerpos; estudios revelan además que las proteínas séricas se caracterizan por ser una fuente importante de péptidos bioactivos que se encuentran codificados en las proteínas de la leche, de gran importancia por la actividad antimicrobiana, antihipertensiva, inmunomoduladora, antitrombótica, entre otras,( Torres, Vallejo, & González, 2005), los cuales son liberados durante los procesos a los que esta es su finalidad.

En conjunto estas propiedades son de gran interés para la industria de alimentos por cuanto forman parte de diversos productos que se expenden en el mercado como alimentos funcionales o nutraceuticos. Cerca del 50% de los nutrientes contenidos en la leche están presentes en el lacto suero entre los que se encuentran una, vitaminas, minerales y grasa, entre ellos se destaca la lactosa en un promedio de 4,5-5% peso/volumen y las proteínas solubles en 0,6-0,8 p/v. (Parra, 2009; Alvarado, 2012). En la composición del lactosuero se encuentran también presentes minerales, vitaminas, pequeñas cantidades de grasa y un 0,7% de proteínas. Puede obtenerse por coagulación ácida, enzimática o bacteriana, (Alais, 1988; Parra, 2009).

En el Ecuador, la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2594:2011 define al lacto suero como "al producto lácteo líquido que se obtiene durante la elaboración del queso, la caseína o de productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se obtiene mediante la acción, principalmente, de enzimas del tipo del cuajo" (INEN, 2011)

## Clasificación del suero lácteo

El lacto suero se clasifica de acuerdo a sus características fisicoquímicas en suero dulce y en suero ácido, (Callejas et al., 2012), se consideran dulces aquellos sueros resultantes de la producción de quesos de pasta blanda y a los duros o semiduros en los cuales se ha empleado para la precipitación de la caseína la acción enzimática del cuajo; en este caso el pH oscila en un rango de entre 5,9 y 6,6. Por otra parte la producción de sueros ácidos ocurre cuando se provoca el precipitado de la caseína por la acción de ácidos minerales, en este caso el pH se encuentra alrededor de 4,3 y 4,6. (Tetra pack, 2003).

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) define los diferentes tipos de suero lácteo de la siguiente manera:

Suero de leche dulce líquido. "Se denomina así al producto lácteo que se obtiene en el proceso de elaboración del queso, la caseína o productos similares, separando la cuajada, después de la coagulación de la leche o de sus productos derivados. Esta coagulación se alcanza a partir de la acción de enzimas del tipo del cuajo fundamentalmente" (INEN, 2012)

Suero de leche ácido. "Es denominado de esta forma el producto lácteo líquido que se obtiene durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, al separar la cuajada tras la coagulación de la leche o de sus productos derivados. Esta coagulación se produce, fundamentalmente por la presencia de acidificación", (INEN, 2012). Se obtiene a partir de la fabricación de quesos de pasta blanda, su pH es menor a 4,5 tienen un contenido alto en calcio, fósforo y minerales. (Riofrío, 2014)

## Composición del lactosuero

En cuanto a la composición de los tipos de suero, esta varía de acuerdo al tipo de leche utilizada, al producto utilizado para precipitar la caseína y al proceso tecnológico empleado para su fabricación. El suero dulce representa el 75% de la producción total de suero, su acidez oscila entre 15-25° Dornic, la fluctuación se da en función del proceso de elaboración utilizado.

El suero ácido por su parte corresponde al 25% restante y se obtiene a partir de la fabricación de quesos de coagulación ácida como el cottage y el quark y tiene mayor cantidad de ácido láctico, fósforo y calcio. En cuanto a la lactosa tiene menor contenido a causa de la fermentación láctica pudiendo la acidez llegar hasta 120° Dornic, presenta la composición del suero lácteo dulce (Alais, 1988; Pereira, 2005). En la Tabla No. 1 se muestra el suero ácido.

Tabla No. 1: Composición del suero lácteo dulce y ácido.

	Suero lácteo (dulce) (g/Kg)	Suero lácteo (ácido) (g/Kg)
Materia seca /\AS/	55 a 75	55 a 65
Lactosa	40 a 50	40 a 50
Grasa total	0 a 5	0 a 5
Proteína total	9 a 14	7 a 12
Cenizas	4 a 6	6 a 8
Calcio	0,4 a 0,6	1,2 a 1,4
fósforo (fosfato g/L)	0,4 0,7 (1,0 3,0)	0,5 0,8 (2,0 4,5)
Potasio	1,4 a 1,6	1,4 a 1,6
Ácido láctico	0 a 0,3	7 a 8
pH	>6,0	<4,5
Gróos óffíc	<menor 0º	mayor 50º

Fuente: Hernández y Prieto, (2012)

### Importancia del suero lácteo

Durante los últimos años se han venido realizando diversas investigaciones sobre la utilización del suero lácteo residual de la industria quesera, varios autores a través de sus estudios han puesto de manifiesto todos los beneficios, así como las propiedades funcionales de este subproducto. El lacto suero es de gran importancia desde el punto de vista nutricional; el mismo es rico en aminoácidos esenciales que son de fácil digestión y absorción, esta condición ha

hecho posible múltiples aplicaciones para la industria alimentaria y farmacéutica

En la Tabla No. 2 se describe de manera simple los aminoácidos esenciales presentes en el lacto suero y se les compara con el contenido de aminoácidos esenciales del huevo cuyas proteínas son consideradas de alto valor biológico (VB) por su alta biodisponibilidad.

Tabla No. 2: Aminoácidos esenciales presentes en el lacto suero

Aminoácidos (g en 100g de proteína)	Lactosuero	Huevo
Ireonina	6,2	4,9
Cisteína	1,0	2,8
Metionina	2,0	6,4
Valina	6,0	6,4
Leucina	9,5	8,5
Isoleucina	5,9	5,2
Fenilalanina	3,6	5,2
Lisina	9,0	6,2
Iriptófano	1,5	1,6

Fuente: (Parra, 2009)

A partir de los avances tecnológicos en la industria láctea se han desarrollado mecanismos que permiten recuperar

gran parte de los nutrientes presentes en el lacto suero utilizando de manera regular la desnaturalización por

calor como método para aprovechar las proteínas solubles del mismo. La implementación de nuevas tecnologías como el secado por atomización, la tecnología de separación por membranas, las técnicas de precipitación y aislados de proteínas séricas con porcentajes superiores al 80%. (SIC, 2013)

En la presente investigación la revalorización del suero lácteo trae consigo efectos positivos en diferentes ámbitos, su uso como ingrediente en la preparación de subproductos permite rescatar y reutilizar eficientemente su valor nutritivo, el cual como se ha mencionado anteriormente es alto en proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y grasas.

Por otra parte a través del aprovechamiento de este subproducto se logra reducir en parte la carga contaminante que el mismo representa, aportando de esta manera con la reducción en el impacto ambiental que el proceso de quesería genera

### Producción de suero lácteo

En el mundo se produce anualmente gran cantidad de suero lácteo, al redor de 145 millones de toneladas, siendo los mayores productores de este remanente quesero con porcentajes que rondan el 70% Estados Unidos y la Unión Europea; esta cifra es alarmante desde el punto de vista medio ambiental, por cuanto a pesar de los avances tecnológicos implementados en aras de aprovechar los múltiples beneficios que este subproducto aporta, gran parte de este derivado se desecha convirtiéndose en la carga contaminante de ríos, esteros, lagos y arrozales. (Poveda, 2013; FAO, 2014; Portalechero, 2015)

En el Ecuador se registra una producción de 5'423.225 litros de leche por día de los cuales se destinan 806.976 litros para la producción de queso, cantidad que equivale al 31 % de la producción lechera Nacional, (MIPRO, 2013). Estas cantidades permiten establecer una producción de suero lácteo de 726.278,4 litros/día, del cual no se aprovechan nutrientes de alto valor biológico. Como referencia, 1 000 litros de suero lácteo contienen 9 kg de proteína que no son utilizados en el proceso productivo de la industria quesera. (Endara, 2002)

#### Formas de aprovechamiento del suero lácteo

El suero lácteo se utiliza de diferentes formas, dentro de las principales se cuentan

- a) Descremado: La crema o nata obtenida a partir del suero lácteo es utilizada para la elaboración de mantequilla de suero.
- b) Lactosuero Líquido: El suero en estado natural es destinado especialmente para la alimentación animal
- c) Lactosuero concentrado o deshidratado: Se utiliza para la elaboración de jarabes, pasta de suero, en la producción de quesos fundidos, en alimentación animal, etc.
- d) Obtención de proteínas precipitadas: A partir del calentamiento del suero a una temperatura de 95°C se obtiene la lacto albúmina e hidrolizados
- e) Concentrados y cristalizados de proteínas: Este proceso permite recuperar lactosa, sueros deslactosados y lactosa en pasta

formación de complejos, entre otras han coadyuvado en la obtención de concentrados de proteína con porcentajes que oscilan entre el 40% y el 80%; estos procesos también han dado lugar a la recuperación de

- f) Obtención de ácido láctico: Se origina a través de la fermentación producida por las bacterias ácido lácticas, y es utilizado por la industria conservera, textilera, entre otras
- g) Obtención de ácido butírico: Empleado en la industria química
- h) Producción de alcohol a través de la fermentación con levaduras: Con este tipo de fermentación se obtiene cerveza de suero, disolvente industrial
- i) Producción de vinagre de suero: Originada por un proceso de fermentación por bacterias acéticas. (Alais, 1988)

A partir del suero lácteo se obtienen diversos productos, entre ellos se destaca principalmente la lactosa y el ácido láctico, también se produce alcohol, requesón, concentrados de proteínas, entre otros. El uso más extendido del suero de quesería que se ha observado a nivel mundial es como complemento alimenticio animal donde se utiliza de forma natural, sin tratamiento previo coadyuvando con la ganancia de peso en especial de lechones con problemas digestivos. (Yáñez & Montalvo, 2013)

En la industria alimentaria para elaborar productos destinados a la alimentación humana se usa principalmente el lacto suero como ingrediente de diversos productos, tales como la leche en polvo, el yogur, bebidas lácteas, embutidos cárnicos, productos de confitería y panificación, en la elaboración de quesos untables, entre otros; en polvo es la manera más utilizada de este subproducto. (SIC, 2013)

En la actualidad se siguen desarrollando nuevos estudios e innovando con distintos productos con la finalidad de aprovechar al máximo posible las propiedades funcionales de las proteínas séricas tales como su capacidad de retención de agua, solubilidad, absorción y retención de lípidos, gelificación, espumado, emulsificación, etc. En otros alimentos de naturaleza láctea se utiliza el lacto suero en su elaboración como es el caso de salsas de tomate, mayonesa, aderezos, sopas, salsas, jarabes y alcoholes de azúcar.

La industria farmacéutica también se beneficia a partir de la utilización de este derivado lácteo, pudiéndose destacar como referente a los siguientes casos:

- Extracción de proteínas de suero como vehículo para liberación de agente activo: Consiste en la recuperación de las micelas de proteínas del suero que han incorporado un agente activo como: minerales, vitaminas, y antioxidantes (compuestos bioactivos). Las micelas pueden ser solubles o insolubles en agua o en grasa. Son utilizadas en el mejoramiento de la biodisponibilidad de los compuestos
- Fórmula y alimentación para bebés: Fórmula infantil que se utiliza durante las dos primeras semanas de vida. En su composición contiene proteínas como la caseína bovina, proteína de suero, inmunoglobulinas, entre otras
- Productos fermentados con probióticos: Son productos fermentados líquidos que contienen

bifidobacterias con actividad probiótica. Son utilizados en jugos y bebidas a partir de leguminosas con la finalidad de mejorar el movimiento y la función tracto digestiva. (SIC, 2013)

### Las Proteínas

información en los seres vivos, proceso que se realiza a través de un código genético universal que está formado por 64 codones. El ácido tricloroacético al igual que el fosfotúngstico son precursores de su precipitación, junto a sales minerales en concentraciones altas (Alais, 1988; Badui, 2006)

Respecto a la composición de las proteínas, éstas son polímeros constituidos por 20 monómeros denominados aminoácidos proteicos o naturales, cada uno de ellos posee un grupo amino y un grupo carboxilo COOH diferenciándose entre sí por el tamaño de sus cadenas laterales, (Cogua & González, 2015). Por sus múltiples e importantes propiedades como estructural, metabólica y regu-

ladora las proteínas son consideradas los macro nutrientes que más funciones cumplen en los seres vivos, (Alba & Alba, 2008). Todas y cada uno de las particularidades diferenciadoras mencionadas permiten que las proteínas formen dentro de los compuestos orgánicos uno de los grupos más complejos. Revilla, (2009) y Badui, (2006) por su parte sugieren que se puede definir a las proteínas alimentarias como aquellas fácilmente digeribles, no tóxicas, adecuadas nutricionalmente, de utilidad en los alimentos y que además están disponibles con abundancia.

En cuanto al papel que juegan las proteínas en el ámbito alimenticio, se puede anotar que éstas tienen propiedades nutricionales que coadyuvan con la formación estructural, el crecimiento y que además contribuyen con propiedades

La leche contiene cerca de 5,3 g de nitrógeno por kg; el 95% está en forma de proteínas (= 32 g/kg); las que se clasifican en dos grupos

- a) Las caseínas (- 26 g/kg) que representan el 80% de las proteínas de la leche y que se encuentran en forma de micelas,
- b) y las proteínas o proteínas del suero que representan el 20% restante y que permanecen disueltas a pH 4,6. Las caseínas y las proteínas están estabilizadas por diversos mecanismos en el seno de la leche, esta estabilidad permite separarlas utilizando para este efecto la temperatura, el pH, la fuerza iónica y sustancias como la urea. (Pereira, 2005; Badui, 2006)

Las proteínas para la industria también son muy importantes, especialmente para la industria productora de quesos en donde la caseína juega un rol protagónico. (Revilla, 2009)

### Caseínas y sus propiedades

“Son por definición las fosfoglucoproteínas que precipitan

Según Padilla (2015), las proteínas son compuestos orgánicos nitrogenados complejos que se localizan en las células animales y vegetales, que se caracterizan por tener un elevado peso molecular, comprendido entre 15.000 y 200.000 daltons además de un grupo de propiedades derivadas de esta característica. Junto al ácido nucleico las proteínas forman las moléculas de

funcionales, por tanto pueden incorporarse como ingrediente de diversos productos alimenticios; aunque es importante recalcar que el nivel beneficioso de las proteínas depende de la ingesta apropiada, así como de la combinación que se realice en la dieta

### Estructura de las proteínas

Las proteínas están constituidas por cadenas de aminoácidos que están codificados en el código genético, estos aminoácidos forman los eslabones de los péptidos, los que a su vez al formar cadenas polipeptídicas con altos pesos moleculares dan lugar a las proteínas. (Badui, 2006). Existen muchos péptidos en los alimentos, algunos cumplen funciones biológicas como es el caso de la insulina, abundante en el pescado ( $\beta$ -alanil-L-histidina) y la carnosina, que se encuentra en los músculos de los mamíferos ( $\beta$ -alanil-L-histidina); estos péptidos se encuentran en gran cantidad en los tejidos de animales, su función es la de amortiguar el pH. En las uvas, frutos cítricos, papas y en la sangre se encuentra el glutatión (y glutamylcysteyl-glicina). La función de este péptido es muy importante por cuanto permite la desintoxicación de muchas sustancias por medio de la enzima glutatión S transferasa. En los derivados cárnicos es importante para la transformación de los nitritos en nitrosomioglobina que confiere el color a los embutidos curados.

### Proteínas lácteas

La leche de vaca en su composición tiene diferentes tipos de proteínas, las que tienen un alto valor biológico por contener un gran número de los aminoácidos esenciales, razón por la cual comprenden la parte más importante de la leche desde el punto de vista nutricional.

de la leche a pH 4,6 y 20°C, es decir que son proteínas que contienen tanto residuos de hidratos de carbono como de fosfatos", (Badui, 2006). En su composición las caseínas tienen fosfoproteínas que contienen calcio dando origen al compuesto calcio-caseína el cual se conoce como micela de caseína, (Revilla, 2009). Para Alais (1988), las caseínas son la parte más nitrogenada de la leche por cuanto están conformadas por un complejo de proteínas fosforadas. En cuanto a las propiedades de las proteínas se mencionan las siguientes

Alto contenido de ácido glutámico y aspártico, así como del aminoácido prolina, el que está distribuido de manera homogénea a lo largo de la estructura primaria de las caseínas. Contienen mayor cantidad de aminoácidos hidrófobos que hidrófilos, esto les permite tener en su estructura primaria propiedades apolares

Las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son altamente sensibles a la concentración de los iones calcio propios de la leche, no precipitan gracias a la acción protectora y estabilizadora de la caseína k.

- Tienen regiones cargadas que les confiere la propiedad de unirse electrostáticamente y fosforiladas que facilitan la interacción con calcio.

- Tienen secciones con alta hidrofobicidad proveniente de los aminoácidos aromáticos y alifáticos y una carga neta negativa otorgada por los ácidos aspártico y glutámico; estos dos son determinantes para la estabilidad y solubilidad
- 

#### Proteínas del suero lácteo

Comprenden el 20% de las proteínas de la leche, (Parra, 2009). Están formadas por holoproteínas y glucoproteínas, las cuales son conocidas como proteínas solubles

Las principales proteínas séricas son la  $\beta$ -lacto globulina y la  $\alpha$ -lactoalbúmina, las que no se ven afectadas por la acción del cuajo ni del ácido. La precipitación de estas proteínas se da lugar por deshidratación cuando son expuestas a temperaturas de hasta 76°C, (Revilla, 2009). Otras proteínas se encuentran en menores cantidades como la inmunoglobulina, lactoferrina, lactoperoxidasa, seroalbúmina, entre otras

También se encuentran caseinomacropéptidos en el suero dulce originados por la acción de la renina que provoca la hidrólisis de la k-caseína, (Riquelme, 2010). La proteína sérica contiene una mayor cantidad de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) y de aminoácidos esenciales que otras fuentes. (Galindo & Pérez, 2013)

#### **$\beta$ -lactoglobulina**

Es la proteína que tiene mayor presencia en el lactosuero, es soluble en soluciones salinas e insoluble en agua, está clasificada entre las albúminas por su gran solubilidad; precipita en medio saturado con presencia de sulfato de magnesio o de amonio; se encuentra en forma monomérica a pH inferior a 3 y superior a 8 (Pereira, 2005; Riquelme, 2010) Si la  $\beta$ -lactoglobulina es sometida a altas temperaturas los compuestos azufrados como el sulfuro de hidrógeno se liberan de manera gradual durante el proceso de la desnaturalización dando lugar "al sabor a cocido" de la leche recalentada (Tetra Pak Processing Systems AB, 2003).

Alais (1988), considera que la  $\beta$ -lactoglobulina de la leche no se liga a otras fracciones proteicas, sino que por el contrario durante el calentamiento forma un complejo con la caseína X a través de un enlace con un puente de disulfuro, esto la hace más estable que sus componentes

#### **$\alpha$ -lacto albúmina.**

Después de la  $\beta$ -lactoglobulina la  $\alpha$ -lactoalbúmina es la proteína de mayor importancia en el suero lácteo, que es sintetizada en la glándula mamaria al igual que la  $\beta$ -lactoglobulina; no contiene grupos fosfato, está formada por 123 restos de aminoácidos y es de gran importancia para la síntesis de la lactosa por cuanto cambia la actividad enzimática

de la enzima galactosiltransferasa. Tiene un peso molecular bajo, de 17.000 Daltons y un alto contenido en triptófano; su estructura globular es compacta, tiene cuatro disulfuros, es estable al calor en presencia de calcio y se desnaturaliza a los 63°C aunque con el enfriamiento recupera su estado natural. (Alais, 1988; Pereira, 2005; Badui, 2006)

de las caseínas. (Badui, 2006)

### Recuperación de proteínas séricas

Como se ha venido mencionando el lacto suero es una fuente muy importante, disponible y económica de proteínas de alto valor biológico, con excelentes propiedades funcionales, el que por su composición debe tratarse inmediatamente después de su recolección para inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables. En función del destino del suero serán las operaciones unitarias realizadas en cada caso. Los procesos más utilizados para la recuperación de las proteínas del lacto suero comprenden el empleo de tecnologías que permiten desarrollar suero en polvo, desmineralizado y deslactosado, (Tetra Pack, 2003). Actualmente existen diferentes mecanismos para recuperar las proteínas y los péptidos del suero lácteo sin que estos sean desnaturalizados, entre los que se utilizan en mayor medida la tecnología de separación o fraccionamiento con el uso de membranas, así como los procesos cromatográficos, las técnicas de precipitación y formación de complejos.

#### Tecnología de membranas

La tecnología de membranas es muy utilizada por la industria láctea, este proceso de separación es adoptado por este sector desde finales de los años sesenta por cuanto permite retener partículas como grasa, lactosa y proteína, así como residuos de medicamentos presentes en el suero lácteo, (Chacón Villalobos, 2006). A través de la ultrafiltración se facilita el rescate de las proteínas del lacto suero sin que estas sean sometidas a ningún tipo de modificación, siempre que durante el procesamiento no haya existido variaciones en el pH o en la temperatura; la nanofiltración da lugar a la desalinización del suero mientras que la microfiltración reduce la carga bacteriana, (Flores, 2014). Entre tanto el aislado de proteína obtenido a través del proceso de cromatografía de intercambio iónico da lugar a un producto con cantidades menores de inmunoglobulinas y glicomacropéptido, esta es una de las razones por la cual la industria a nivel mundial ha optado por la tecnología de membranas, que comprende procesos de ultrafiltración (UF) y nanofiltración, (Alvarado, 2012). Las proteínas ob-

tenidas por estos métodos presentan propiedades funcionales y espumantes, además contribuyen en la formación de geles y emulsiones

Aunque se han desarrollado y se vienen utilizando estas nuevas tecnologías, el mecanismo más utilizado por las pequeñas y medianas empresas (PYMES) para recuperar las proteínas séricas es la desnaturalización por calor por cuanto el desarrollo tecnológico de este proceso demanda de altos costos para su implementación

#### Precipitación en frío

Este proceso consiste en conseguir la precipitación de las proteínas séricas por interacción con sustancias floculantes como polifosfatos o carboxi metilcelulosa. Con este sistema se limita la desnaturalización de las proteínas, conservando sus propiedades funcionales. (Candiotti, 2011)

#### Termo coagulación

La termo coagulación es un procedimiento que consiste en el tratamiento térmico del lacto suero conjugado con acidificación del mismo con la finalidad de asegurar la precipitación de proteínas como la  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbúmina, lactoferrina e inmunoglobulinas, todas estas proteínas solubles en el suero.

Según Alvarado (2012), la termo coagulación es una de los tratamientos más antiguos que se viene utilizando por la industria láctea en la elaboración de productos untables como es el caso del queso crema y ricotta, así como para la recuperación de lacto suero sin proteínas. A través de este proceso cambian su estructura las proteínas dando lugar a la interacción de cadenas polipeptídicas. (Martínez, 2010)

**Materiales y métodos**

La investigación se llevó a cabo en cuatro fases: Coordinación, búsqueda bibliográfica, análisis de la información e interpretación de los resultados

### Resultados y discusión

A nivel mundial se han llevado a cabo diferentes estudios que han permitido identificar el potencial nutricional del lactosuero residual de la industria quesera, a partir de este conocimiento se han diseñado, ensayado e implementado diversas tecnologías que han dado lugar al rescate de este subproducto. Este proceso lo han venido realizando las grandes industrias de países desarrollados que cuentan con la suficiente

disponibilidad financiera y tecnológica. En la actualidad existen un número importante de procesos tecnológicos aplicados en esta rama, es así como la recuperación de nutrientes a partir de la utilización de membranas, además de otros procesos que viene utilizando esta industria, le ha dado créditos de importancia para este sector.

### Conclusiones

A partir del compendio teórico realizado se puede concluir que el suero lácteo es un subproducto de la leche de alto valor nutricional, que es una alternativa potencial que utilizada de manera correcta coadyuva en el enriquecimiento de diversos alimentos.

Está siendo recuperado y utilizado en diferentes procesos de las grandes industrias que cuentan con la tecnología apropiada para rescatar y aprovechar esta excelente materia prima, no obstante el lactosuero producido entre los pequeños y medianos productores no es aprovechado por ellos en su totalidad, en algunos casos por desconocimiento de los múltiples beneficios que este derivado aporta, en otros por la falta de los recursos necesarios para implementar nuevos procesos en el flujo productivo que les permita recuperar este mal llamado desecho de la industria quesera.

### Referencias

- Alais, C. (1988). Proteínas. En C. Alais, Ciencia de la Leche (págs. 88 y 554). México: Compañía Editorial Continental S.A. Alba, N., & Alba, C. e. (2008). Proteínas. En N. Alba, & C. e. Alba, Ciencia Tecnología e Industria de los Alimentos (pág. 20). Bogotá: Grupo Latino Editores. Alvarado, C. (Mayo de 2012). Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Aislamiento y aplicación de péptidos bioactivos del lacto suero en yogurt funcional: <http://159.90i80.55/tesis/000155782.pdf> Badui, S. (2006). Proteínas del suero. En S. Badui, Química de los Alimentos (págs. 121,161 y 611). México: Pearson Educación.
- Candiotti, M. (Mayo de 2011): "Respuesta de las proteínas del suero de la leche bovina a la acción de diversas enzimas proteolíticas de uso industrial". Recuperado el 15 de Mayo de 2015. Disponible en: <http://www.tesislatinoamericanas.info/index.php/record/view/41953> Chacón Villalobos, A. (3 de febrero de 2006). *mag.go.cr*. Recuperado el 3 de Mayo de 2015, de Tecnología de membranas en la agroindustria Láctea: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v17n02\\_243.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n02_243.pdf) CIL, (20 de Marzo de 2014). *Cilecuador.org*. Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de Etiquetado de productos lácteos, (una oportunidad): <http://www.scpm.gob.ec/wp-content/uploads/2014/03/4.-Rafael-Vizcarra-CIL-Ecuador-Etiquetado-de-productos-l%C3%A1cteos.pdf> Cogua, J., & González, T et al., (2015). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de Biología Virtual: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap01/01\\_01\\_12.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap01/01_01_12.htm) FAO, (2014): "Producción lechera". Recuperado el 14 de diciembre de 2014, de TAO: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/es/#.VI5g2SuG904>
- Flores, C. (2014). *bibdigital.epn.edu*. Recuperado el 8 de mayo de 2015, del documento "Obtención de una bebida láctea a partir del concentrado proteico de la mazada o suero de la manteca por medio de tecnología de membranas". Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7475/1/CD-5606.pdf> Galindo, W. B. & Pérez, D. (2013). ESTANDARIZACION Y ELABORACION DE QUESO CREMA CON ADICION DE LOS SOLIDOS DEL LACTOSUERO E INOCULADO CON LACTOBACILLUS CASEI. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de *20INEN*, (2012). *law.resource.org*. Recuperado el 3 de Mayo de 2015, de Leche cruda requisitos: <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0009.2008.pdf> Martínez, M. J. (2010). *Digital.bl*. Recuperado el 13 de Julio de 2015, de [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_4570\\_Martinez.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4570_Martinez.pdf) Padilla, E. J. (Febrero de 2015). *Ageconsearch*. Recuperado el 3 de Mayo de 2015, del documento: "Evaluación de la concentración de proteína y metabolitos libres en el río Estero Real y su relación con los parámetros fisicoquímicos, -Abril 2014. Disponible en: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/197834/2/les.pdf> Íñiguez, de Lactosuero: Importancia en el periodo noviembre 2013 Tesis%20Eduardo%20Vanegas%20con%20el%20abstract%20en%20ing Parra, R. (16 de abril

de 2009). scielo.org.co. Recuperado el 20 de Abril de , la industria de alimentos: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>Portalechero. (11 de septiembre de 2015). Portalechero.com. Recuperado el 11 de Septiembre de 2015, de Portalechero.com:<http://www.portalechero.com/innovaportal/v/3378/1/innova.front/aprovechamiento-industrial-del-suero-de-que-seria-obtencion-de-una-bebida-energizante-a-partir-del-efluente.html>Poveda, E. (Diciembre de 2013). Scielo. Recuperado el 15 de mayo de 2015, del documento: “Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad”. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182013000400011&script=sciarttext> Revilla, A. (2009). Proteína. En A. Revilla, Tecnología de la Leche (pág. 16, 17 y 19). Tegucigalpa: Escuela Agrícola Panamericana. Riofrío, R. (2014). Recuperado el 20 de Abril de 2015, de Caracterización de Lactosuero proveniente de cuatro producciones: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3177/1/000110271.pdf>Riquelme, L. (2010). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de Desarrollo por ultrafiltración de un concentrado proteico a partir de lacto suero: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2789/1/107412.2010.pdf> Tetra Pack, (2003). Procesado de lacto suero. En T Pack, Manual de industrias lácteas (págs. 333-335). Madrid: A. Madrid Vicente, Ediciones.Torres, M. D., Vallejo, B., & González, A. (Junio de 2005). scielo.org. Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de Péptidos bioactivos derivados de las proteínas de la leche: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222005000200002](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222005000200002)Lcda. Victoria García CasasDocente Universitario de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.3 4 r e v i s t a u n i v e r s i d a d d e G u a y a q u i l 2 0 1 5 3 ( 3 )



Lcda. **Victoria** García Casas  
*Docente Universitario de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.*