

Composición de concentrados de proteínas de suero de leche de cabra. Aplicación de tecnología de membrana.

Carolina A. Ayunta¹, Cecilia Puppo² & Laura B. Iturriaga¹

(1) IC y TA, CITSE- CONICET, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

litur@unse.edu.ar, anabelayunta@gmail.com

(2) CIDCA- CONICET, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de la Plata.

mcpuppo@quimica.unlp.edu.ar

RESUMEN: El suero de leche (SL), obtenido en la elaboración del queso y la producción de caseína contiene más de la mitad de los sólidos presentes en la leche entera original, incluyendo las proteínas del suero (20% del total de proteínas), lactosa, vitaminas y minerales solubles en agua, a pesar de ello es un subproducto subutilizado. La Ultrafiltración (UF) aplicada a la industria láctea constituye una técnica simple y relativamente económica para la concentración de proteínas. El objetivo de este trabajo fue obtener un concentrado proteico de suero de leche de cabra (CP-SC), mediante UF y Diafiltración (DF), y determinar la solubilidad y su composición centesimal, así como también del suero de leche de cabra (SC), utilizado como materia prima. Los resultados mostraron que se pudo obtener CP-SC, con una concentración de proteínas de 67,29% y una solubilidad elevada a pH 4 y 7.

1. INTRODUCCIÓN

El SL, es subproducto subutilizado obtenido de la elaboración del queso y la producción de caseína, a pesar de que el mismo contiene más de la mitad de los sólidos presentes en la leche entera original, incluyendo las proteínas del suero (20% del total de proteínas), lactosa, vitaminas y minerales solubles en agua (Atra et al. 2005). Es decir, el lactosuero es una sustancia de alto valor nutritivo, pero muy contaminante con una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) aproximada entre 35.000 y 50.000mg O₂ L⁻¹. En la industria quesera, para la elaboración de 1 kg de queso se emplean alrededor de 10 L de leche lo que genera 9kg de suero lácteo, es decir se producen grandes volúmenes de suero convirtiéndose en un problema ambiental. En el año 2012, la producción de leche en Argentina fue de 11.338 millones de litros (MAGyP, 2012), de los cuales el 48% se destina a la elaboración de quesos, si bien la producción de suero bovino es mayor que el SC, este último es importante en la provincia Santiago del Estero y en la actualidad existen pocos estudios en sueros caprinos. El suero es una de las mayores reservas de proteínas alimentarias que aún permanecen fuera de los canales de consumo humano, es por ello que la tendencia actual es desarrollar alternativas para aprovechar el lactosuero y minimizar el impacto

ambiental de los desechos de las industrias lácteas (FAO, 1997).

Los concentrados de suero o WPC (Whey Protein Concentrates) de las proteínas de la leche son muy deseables como ingredientes nutritivos dado su alto valor biológico al contener aminoácidos sulfurados. Además los WPC también son usados en la formulación de alimentos, como productos de panadería, bebidas, postres, etc., para modificar sus propiedades reológicas y texturales (Fenema, 2000). Es por ello que actualmente se visualiza más como una materia prima que como un desecho, donde el mayor esfuerzo se centra en la recuperación de las proteínas y de muchas de las vitaminas que contiene, como las del complejo B (McDonough et al., 1974; Delaney, 1976).

Las tecnologías de membranas aplicadas a la industria láctea constituyen una herramienta única para la concentración y el fraccionamiento de la leche en base a las diferencias de peso y tamaño molecular relativo. La razón de esta particularidad radica en que estos procesos no involucran un cambio de fase que pueda ocasionar el deterioro o modificación de las características fisicoquímicas y organolépticas deseables de la leche o de sus constituyentes. (Bennett, 1997; Makardij et al., 1999).

En este trabajo se utilizó SC al que se le aplicó UF y DF con el objetivo de obtener un CP-SC, determinar la composición centesimal y medir la solubilidad proteica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materia prima

El SC, fue suministrado por una planta de elaboración de quesos de cabra, de la localidad de El Pólear, (Departamento Banda, Santiago del Estero). Se utilizó una única muestra de SC a fin de evitar variaciones en la composición de la materia prima empleada.

2.2 Membrana

La UF y DF se llevó a cabo mediante una filtración tangencial en un módulo de membrana de UF Vivaflow 200 de polietersulfona (PES), peso molecular de corte de 10 kDa, área de filtración de 200 cm² y presión de trabajo máxima de 2,5bar.

2.3. Equipo de UF

El esquema utilizado para la UF y DF a escala laboratorio, se muestra en la Figura 1. El mismo consta de los siguientes elementos (1) Módulo de membrana Vivaflow 200, (2) Bomba peristáltica Masterflex, (3) Manómetro para monitorear la presión transmembrana, escala de 1 a 3 bar, (4) reservorio de alimentación y del retenido y (5) reservorio de permeado.

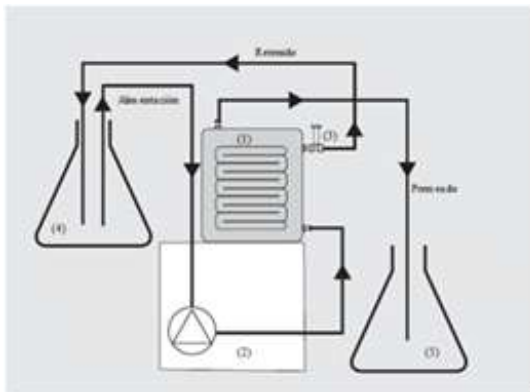


Figura 1. Esquema del equipamiento usado en la UF y DF. (1) Módulo de membrana, (2) Bomba peristáltica, (3) Manómetro, (4) Reservorio de alimentación y retenido, (5) Reservorio de permeado.

2.4. Experimental

En la Figura 2 se muestra el diagrama de proceso de elaboración de CP-SC en polvo. El CP-SC se logró mediante centrifugación, a 3.500 rpm durante 10 minutos a 4°C, para disminuir el contenido de lípidos en el SC y reducir el efecto de colmatación en la membrana. Posteriormente se ultrafiltró reduciendo el volumen del SC seis veces y se diafiltró en cuatro etapas con agua destilada, en las dos primeras etapas de la DF, se utilizó una cantidad de agua equivalente a una reducción de volumen y en los restante una cantidad de agua equivalente a la mitad de una reducción de volumen. La UF y DF se llevó a cabo en un módulo de membrana, alimentada con un caudal de 12,8 L/h suministrado por una bomba peristáltica y recirculando el retenido al reservorio de alimentación, la presión transmembrana se mantuvo entre 2 y 2,5 bar ajustándose el caudal de retenido, mediante una pinza de Hoffman. La temperatura del SC fue mantenida a 20°C aproximadamente, durante todo el proceso. El CP-SC se liofilizó, en un liofilizador *Labconco Freezone 4.5*, obteniendo finalmente el CP-SC en polvo, que se caracterizó posteriormente.

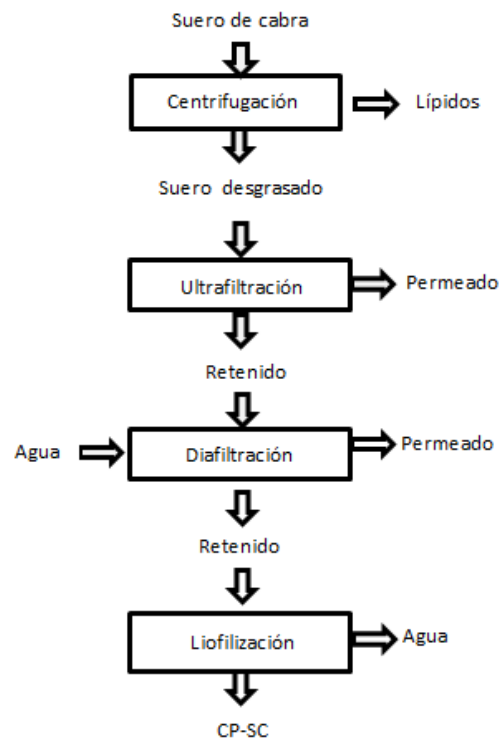


Figura 2. Diagrama de flujo del Proceso de elaboración CP-SC en polvo.

2.5. Métodos de análisis

El SC y CP-SC fueron caracterizados utilizando los protocolos estándar, la humedad fue determinada por secado de la muestra en una estufa a 105°C, hasta peso constante (AOAC 990.20), las cenizas fueron determinadas por incineración de las muestras desecadas en una mufla a 550°C (AOAC 945.46). El contenido de proteínas, lípidos y lactosa, del SC, se midió empleando un analizador automático *LactoStar Funke Gerber*. El contenido de lípidos del CP-SC se determinó con el método de Rose-Gottlieb (AOAC 950.02), y el porcentaje de nitrógeno total con el método de Hach y para determinar contenido de proteína se multiplicó por un factor de conversión de 6,38. La lactosa se determinó por diferencia, como se muestra en la ecuación (1).

$$\% \text{Lact.} = 100 - (\% \text{Prot.} + \% \text{Humedad} + \% \text{Cenizas} + \% \text{Líp.})$$

Los análisis se realizaron por duplicado, se informan los valores promedios. Se determinó la solubilidad del CP-SC a pH 4 y 7 según el método descripto por Moor, et al. (1985).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la composición centesimal del SC y CP-SC.

Los valores de humedad y cenizas del SC, están de acuerdo con los obtenidos por Sanmartín et al. (2012), el porcentaje de lípidos y proteínas son superiores que los reportados por Sanmartín et al. (2012), esto podría deberse a la temporada en la cual se recolectó el SC, ya que la composición del suero y en particular el contenido de proteínas y lípidos, varían con la alimentación, la raza, la temporada, entre otros factores. La lactosa es el componente mayoritario de sólidos totales del suero, el valor encontrado fue similar al reportado por (Sanmartín et al., 2012 y Casper et al., 1999). En cuanto a los valores obtenidos del CP-SC, el contenido humedad fue muy bajo y está de acuerdo con los valores obtenidos por (Sanmartín et al., 2012 y Casper et al., 1999), además cumple con los requerimientos comerciales que establecen un porcentaje de humedad máximo de 4%. El porcentaje de cenizas fue superior al reportado por Sanmartín et al. (2012) (0,65%) e inferior al reportado por Casper et al. (1999) (3,6%). El porcentaje de lípidos fue menor que el obtenido por Sanmartín et al. (2012) (53,18%), esto se debe a que en nuestro proceso de elaboración de CP-SC se centrifugó el SC, reduciendo el contenido de lípidos desde 0,99 a

0,15%, sin embargo el porcentaje de lípidos no cumple con lo establecido por los requerimientos comerciales (1-6% en base seca). El contenido de proteína fue mayor al reportado por Sanmartín et al. (2012) (36,84%) y ligeramente superior al obtenido por Casper et al. (1999) (66,7%), estas diferencias podrían deberse al número de etapas involucradas en el proceso, así como también a la composición de la materia, es de esperar mientras más se concentra el SC, mayor será el contenido de proteínas obtenido. Los WPC comerciales se presentan en cuatro contenidos de proteínas: 80%, 50%, 40% y 35%.

El contenido de lactosa fue mayor al reportado por Sanmartín et al. (2012), esto podría deberse al menor número de etapas de DF efectuadas en nuestro proceso. La DF disminuye el contenido de lactosa (Baldasso et al., 2011).

| Composición Centesimal (%) | | |
|----------------------------|--------------|--------------|
| | SC | CP-SC |
| Humedad | 92,99 ± 0,08 | 2,35 ± 0,02 |
| Cenizas | 0,50 ± 0,04 | 1,73 ± 0,22 |
| Lípidos | 0,99 ± 0,02 | 20,55 ± 1,44 |
| Proteína | 0,79 ± 0,02 | 67,29 ± 0,86 |
| Lactosa | 4,73 ± 0,02 | 8,08 ± 0,63 |

Tabla 1: Composición centesimal de SC y CP-SC

En la Tabla 2 se muestra la solubilidad del CP-SC a pH 4 y 7 según el método de Moor et al. (1985). Se observa una alta solubilidad de los CP-SC, siendo mayor a pH 7, estos resultados concuerda con otros autores, que alcanzan alta solubilidad de concentrados de suero obtenidos por tecnología de membrana. La excelente propiedad de solubilidad puede ser atribuida al bajo grado de desnaturalización proteica asociada con la liofilización y el bajo contenido de lípidos del concentrado (Casper et al., 1999). Estos resultados revelan que los CP-SC podrían ser incorporados a alimentos, para aumentar su contenido proteico, ya que la solubilidad es la principal característica de las proteínas seleccionada para su uso en alimentos líquidos y bebidas (Zayas J.F, 1997).

| Solubilidad del CP-SC | |
|-----------------------|-------|
| pH 4 | 88,19 |
| pH 7 | 95,08 |

Tabla 2: Solubilidad de CP-SC

4. CONCLUSIÓN

Se logró utilizar un subproducto de la industria láctea y obtener concentrado de proteínas con una tecnología relativamente económica. El CP-SC obtenido por UF y DF, presentó una composición acorde a los requerimientos comerciales, salvo

por el contenido de lípidos, que fue mayor. El concentrado proteico presentó una excelente solubilidad, lo cual resulta muy importante ya que la solubilidad de la proteína es una propiedad fisicoquímica que está relacionada con otras propiedades funcionales.

5. REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 18th ed. Association of Official Analyst Chemists, Gaithersburg, MD, USA, Dr. William Horwitz, USA, 2005.
- Atra R., Vatai G., Bekassy-Molnar E. Balint, Investigation of ultra and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose, *Journal Food Engineering*, 67, 335-332, 2005.
- Baldasso, C.; Barros, T.C.; Tessaro, I.C., Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration, *Desalination*, 278, 381-386, 2011.
- Bennett, R.J. 1997. Membrane applications in the New Zealand dairy industry. *Dairy Technology* 1: 8-10
- Casper, J.L., Wendorff, W.L., Thomas, D.L., functional Properties of Whey Protein concentrates from Caprine and Ovine Specialty Cheese Wheys, *Journal of Dairy Science*, 82, 265-271, 1999.
- Delaney, R. A. M., Composition, properties and uses of whey protein concentrates, *Journal of the Society of Dairy Technology*, 29, 91-101, 1976.
- FAO, El estado mundial de la agricultura y la alimentación, Colección FAO, Agricultura N° 30) ISSN 0251-1371, 1997.
- Fennema O.R., *Química de los Alimentos* 2a. Ed: Acribia S.A., Zaragoza, 1027-1028, 2000.
- Makardij, A.; CHen, X. D.; Farid, M. M., Microfiltration and ultrafiltration of milk: some aspects of fouling and cleaning, *Food and Bioproducts Processing*, 77, 107-113, 1999.
- McDonough F. E.; Hargrove R. E.; Mattingly, W. A.; Posati L. P.; Alford, J. A., Composition and properties of whey protein concentrates from ultrafiltration, *Journal of Dairy Science* 57, 1438-1443, 1974.
- Morr, C.V., German, B., Kinsella, J.E., Regenstein, J.M., Van Buren, J.P., Kilara, A., Lewis, B.A., Mangino, M.E., A, Collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. *Journal Food Science*, 50, 1715-1728, 1985.
- MAGyP, 2013. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estadísticas 2012. http://64.76.123.202/site/subsecretaria_de_lecheria/lecheria/07_Estad%C3%ADsticas/index.php
- Sanmartín B., Díaz O., Rodríguez -Turienzo L., Cobos A., Composition of caprine whey protein concentrates produced by membrane technology after clarification of cheese Whey, *Small Ruminant Research*, 105, 186-192, 2012.
- Zayas J.F., *Functionality of Proteins in Food*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 1997.