



**Situación actual sector lácteo**

El sector lácteo español, al igual que el resto de la Industria de Alimentación y Bebidas, se encuentra inmerso en una profunda crisis, aunque hay que mencionar que de manera más estable que el resto del tejido industrial español, mucho más azotado como puede ser el caso del sector automovilístico, el textil y por supuesto la construcción.

El sector lácteo en particular se está viendo afectado básicamente en que las explotaciones lecheras son menos rentables, los costes como el forraje no dejan de subir, se produce menos cantidad de leche de lo permitido y se compran excedentes a otros países. A pesar de todo esto, los precios de venta de leche no se incrementan debido a la política de contención de precios para incentivar el consumo, lo que lleva a una profunda crisis en las industrias lácteas, provocando que actualmente el sector se encuentre estancado o en franca regresión productiva, con cada vez menores volúmenes de producción y cierre de algunas empresas, sobre todo queseras. El total de volumen de leche entregadas a las industrias en 2012 se encuentra entre 6.800 - 7.000 millones de litros. Estos se destinan principalmente a leche UHT: 3.500 millones de litros repartidos entre: entera (1.640 millones de litros), semidesnatada (1.200 millones de litros) y desnatada (690 millones de litros). El resto se reparte entre producción de queso (320.000 toneladas), postres lácteos (488.000 toneladas) y leches fermentadas y yogures (697.000 toneladas). La inversión actual es casi nula, manteniendo las empresas sus líneas actuales y no apostando en procesos, equipos, tecnologías, ni nuevos productos, aunque hay que salvar en este caso a la industria de yogur y leches fermentadas que optan por un desarrollo constante sacando productos innovadores al mercado. El futuro para las empresas y su éxito depende de la diversificación y del des-

# O

## btención de derivados lácteos por ultrafiltración

Himar Gutiérrez

Responsable Comercial SETALACT  
GRUPO SETA, S.L.  
C/Bujía, 4 Pol.Ind. Santa Ana  
28522-Rivas Vaciamadrid  
Tlf.: 91 670 22 00  
E-mail: himar.gutierrez@gruposeta.com

arrollo de nuevos productos, presentaciones o servicios con mayor valor añadido.

**Tecnología de Filtración por membranas**

La filtración es un proceso de separación de sólidos de una corriente líquida continua usando una barrera permeable. En la filtración convencional, la corriente líquida circula perpendicularmente a la barrera permeable, quedando los sólidos de tamaño superior al paso del medio filtrante acumulados sobre la superficie, siendo recogido el fluido filtrado en el lado opuesto de la misma.

En los procesos de filtración por membrana, la corriente líquida circula tangencial a la superficie de la ba-

rrera permeable, obteniéndose el fluido filtrado (permeado) del lado opuesto al de la barrera y quedando los sólidos en la porción de la corriente líquida que no atraviesa la membrana (rechazo). Cabe decir, que debido a la tipología de la filtración, los sólidos de tamaño inferior al poro de la membrana quedan repartidos por igual en la parte de la corriente de rechazo como en la de permeado.

Actualmente, los equipos basados en tecnología de filtración por membrana forman ya parte del proceso de producción de un buen número de empresas lácteas que han descubierto el valor añadido que estas plantas aportan al proceso de producción de derivados lácteos. Las aplicaciones para filtración por membranas pueden ser

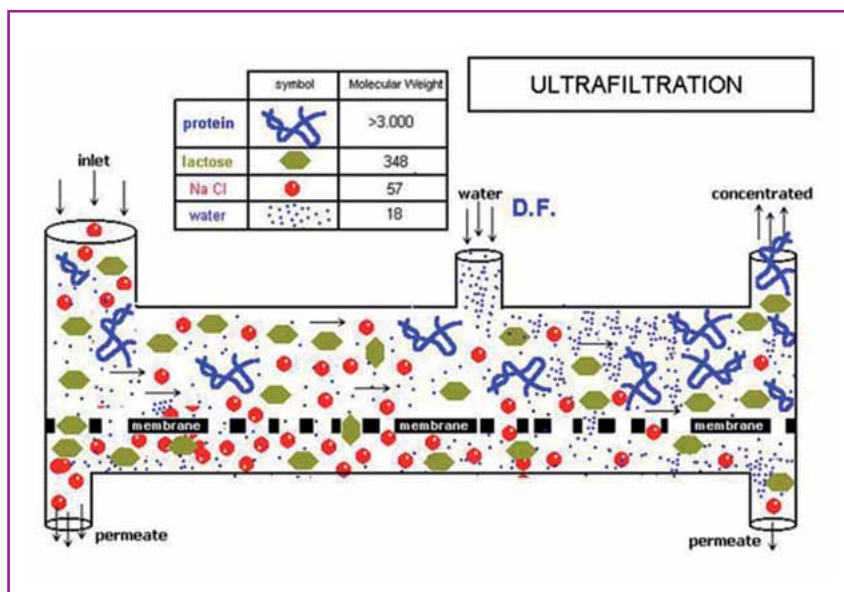


Figura 1.- Esquema Ultrafiltración Leche/Suero.

muy variadas: Ósmosis Inversa, Nanofiltración, Ultrafiltración y Microfiltración, que a su vez permiten aplicaciones fundamentalmente en tres categorías de productos:

- Aplicaciones en la leche.
- Aplicaciones en el suero.
- Otras aplicaciones (salmueras, CIP's, etc.).

La membrana es el componente crítico en estos procesos de filtración. Su naturaleza controla cuáles de los componentes del fluido a filtrar son retenidos y cuáles pasan a la corriente de permeado. Es común referirse al "corte" para definir el rango de retención de una membrana, es decir, el tamaño de poro. Para membranas de Ósmosis Inversa se usa normalmente el porcentaje de rechazo de cloruro de sodio (NaCl), que suele estar cercano al 99%. Sin embargo, para membranas de Ultrafiltración el corte está basado en mediciones del peso molecular de los posibles sólidos a filtrar medidos en Dalton, y en Microfiltración el corte es absoluto, ofreciendo una retención 100% de toda la partícula igual o mayor al tamaño de poro. En la figura 1 podemos ver un esquema de cómo se produce la separación mediante Ultrafiltración para leche/suero.

En unas condiciones ideales, la Ósmosis Inversa retiene todos los componentes distintos al del solvente, por ejemplo agua, mientras que la Ultrafiltración retiene solamente macromoléculas o partículas alrededor de  $0,01 - 0,1 \mu\text{m}$  ( $1 \times 10^8 - 1 \times 10^7 \text{ m}$ ) y la Microfiltración para retener partículas en el rango  $0,1 - 5 \mu\text{m}$  ( $1 \times 10^7 - 5 \times 10^6 \text{ m}$ ).

### Principio de Ultrafiltración

Para entender las aplicaciones de la Ultrafiltración hay que tener muy en cuenta la composición de la leche y del suero lácteo, que son los principales productos sobre los que van a trabajar las plantas. Las composiciones de cada uno se pueden ver en la Tabla 1.

LECHE ENTERA DE VACA	SUERO DULCE Coagulación enzimática	SUERO SALADO	SUERO ÁCIDO Coagulación láctica
Proteínas: 3,2% Grasas: 3,6% Lactosa: 4,7% Sales: 0,6%	Proteínas: 0,6% Grasas: 0,6% Lactosa: 4,7% Sales: 0,6%	Proteínas: 0,6% Grasas: 0,6% Lactosa: 4,7% Sales: 0,9%	Proteínas: 0,9-1% Grasas: 0,08% Lactosa: 4,2% Sales: 0,8-1%
Estracto Seco: 12% Agua: 88%	Estracto Seco: 6,5% Agua: 93,5%	Estracto Seco: 6,8% Agua: 93,2%	Estracto Seco: 6% Agua: 94%

Tabla 1.- Composición de leche de vaca y distintos sueros de quesería.

El suero es un subproducto que se deriva del proceso de elaboración del queso a partir de la leche y la principal diferencia entre ambos es que la leche tiene una concentración de sólidos dos veces mayor que el suero lácteo.

En el caso de la leche tomamos como composición estándar aquella de la leche entera de vaca. En el caso del suero hay que distinguir entre tres tipos:

- Suero dulce.
- Suero salado.
- Suero ácido.

La composición del suero dulce es aproximadamente la que se indica en la Tabla 1 y suele ser el tipo de suero más común en España. También se encuentra suero salado que, al contrario que el suero dulce, el cual se produce como subproducto de la elaboración de queso y en el que el proceso salado se produce después de cuba, en superficie o por inmersión en salmuera, para la obtención de suero salado se añade sal a la propia cuba, solo en tecnologías queseras muy puntuales y es poco frecuente en España, con lo que este recoge cierta cantidad residual y de ahí la mayor proporción de sales y su nombre. En este caso, para concentrar el suero salado se suele utilizar la Nanofiltración, que es una técnica muy similar a la Ósmosis Inversa, donde se concentran las sales monovalentes y permean las sales divalentes en un 50% aplicando un factor de concentración mayor de 3.

En el caso del suero ácido, se produce por coagulación láctica en la que

los fermentos bajan el pH a 4,5 aproximadamente debido a la producción de ácido láctico. Se puede tratar con equipos de Ultrafiltración y Ósmosis Inversa, aunque el rendimiento de los mismos se ve reducido considerablemente con respecto al suero dulce y salado.

Las plantas de concentración/separación tienen como base de proceso la filtración tangencial a través de membranas espirales. En estas, se consiguen separar unos componentes de otros, y en el caso concreto de las plantas de Ultrafiltración, se consigue concentrar aquellos componentes de mayor peso molecular como son las proteínas y grasas. Dichos componentes tienen una gran aplicación en los diferentes derivados lácteos.

En relación a los factores que influyen específicamente en el proceso de Ultrafiltración, el más importante de estos es la viscosidad de líquido a procesar, que irá en aumento al mismo tiempo que la concentración es mayor.

En las plantas de Ultrafiltración, la leche o suero es introducido en la planta por una bomba de alimentación. Posteriormente, se eleva la presión interna hasta 5 - 7 bares y, mediante bombas de recirculación, se hace fluir el producto a altas velocidades por la superficie de la membrana. De esta manera se facilita la filtración de las moléculas de menor tamaño a través de los poros, mientras que el resto de componentes son concentrados: como se dijo anteriormente, proteínas y grasas.



Los factores de concentración que se consiguen van a variar dependiendo de los sólidos en el producto de entrada y de si el proceso se realiza con leche entera, desnatada o suero. En el caso de la leche, el factor de concentración puede llegar hasta 5, mientras que en el caso del suero, puede llegar hasta 7. Así, por ejemplo, si tenemos 1.000 litros de leche entera y le aplicamos Ultrafiltración con un Factor de Concentración de 4 obtendremos los datos reflejados en la Tabla 2.

Mediante el tratamiento con Ultrafiltración conseguimos separar los componentes de mayor peso molecular (grasa y proteínas) de la corriente de entrada, eliminando gran parte de la lactosa y pequeñas proteínas. De esta manera conseguimos un concentrado que varía entre un 30 - 40 % dependiendo del tipo de suero o leche y sólidos totales del producto a tratar. Indicar que en el caso de la Ultrafiltración no es necesario descremar previamente la leche o el suero, pero se recomienda ya que aumenta el rendimiento de la planta.

### Aplicaciones de la Ultrafiltración

Para analizar las aplicaciones que puede aportar la Ultrafiltración debemos distinguir entre aquellas en las que se utiliza la leche y en las que se utiliza el suero. Una vez hecho esto, hay que distinguir también las aplicaciones del permeado y del concentrado.

#### Ultrafiltración de Leche. Aplicaciones Concentrado:

*Elaboración Queso/Queso fresco.* La leche se somete inicialmente a un proceso de concentración por ultrafiltración. En este proceso se concentra grasas y proteínas de alto valor biológico descartándose parte del suero junto con azúcares y sales. Esta leche concentrada se utiliza para producir queso, aumentándose el rendimiento de las cubas ya que se desuera menos y ahorrándose además en cuajo y fermentos. También puede ocurrir que se

vierta directamente al envase donde se le añaden los fermentos o el cuajo, produciéndose el cuajado directamente en el propio envase.

Con estos procedimientos se pueden elaborar quesos como: Queso de Burgos, Quark, Feta, Cotagge, etc.

*Elaboración de yogures.* Un método cada vez más utilizado en la elaboración de yogures, previa a la fermentación, es la concentración de proteínas mediante Ultrafiltración. Se necesita un contenido de estas en torno a 3,8% por un 3,2% inicial que tiene la leche, con lo que aplicando un factor de concentración en torno a 1,3 - 1,5 se consigue. Tradicionalmente, se suele usar la adición de leche en polvo para incorporación de esta proteína, pero mediante ultrafiltración además de conseguir este aumento proteico se consigue un sabor más agradable, mayor palatabilidad, un aumento en el rendimiento y un ahorro en leche en polvo.

*Elaboración de helados.* Otra aplicación muy a tener en cuenta la encontramos en la Industria heladera, en la que podemos utilizar la Ultrafiltración de la leche para incrementar el contenido en proteínas y no así el de lactosa, que provoca una sensación desagradable al congelar y formar cristales. Este método, al igual que en la elaboración de yogures, aumenta el rendimiento en la producción y reduce costes de utilización de leche en polvo.

*Elaboración de leche enriquecida en Calcio.* El calcio está asociado a las proteínas en un 80% y a las grasas en un 10%, por lo que al concentrar estos dos elementos mediante Ultrafiltración también concentramos el calcio. La forma habitual es concentrar

CONCENTRADO		PERMEADO	
• Caudal: 250 litros		• Caudal: 750 litros	
• Composición:		• Composición:	
- Proteínas	12,8 %	- Proteínas	0,0 %
- Grasas	14,4 %	- Grasas	0,0 %
- Lactosa	4,7 %	- Lactosa	4,7 %
- Sales	0,6 %	- Sales	0,6 %
Estrato seco total	32,5 %	Estrato seco total	5,3 %

Tabla 2.- Resultado Ultrafiltración 1.000 litros leche entera de vaca.

una parte de leche y luego se estandariza con leche sin concentrar hasta llegar al nivel de calcio deseado. Al hacerlo de esta manera nos ahorramos la adición de lactato de calcio y cloruro cálcico. Se estima que con 1 litro de concentrado se pueden elaborar 12 litros de leche enriquecida en calcio.

*Concentración de leche de Cabra y/u Oveja.* En épocas de escasez de leche de cabra u oveja es un método cada vez más habitual utilizar leche congelada. Para ello y para evitar costes de almacenamiento se puede utilizar la Ultrafiltración para concentrar la leche y poder almacenarla previo congelamiento en túnel de congelación instantánea.

*Elaboración de Concentrado de Proteínas de Leche (MPC – Milk Protein Concentrate)* para su posterior secado y producción de polvo. Se puede obtener mucha variabilidad de productos desde MPC 35 a MPC 70. Este número nos da una idea del tanto por ciento de proteína sobre extracto seco que tiene el producto. Para obtener MPC mayores de 70 hay que recurrir a procesos de Diafiltración, que están basados en Ultrafiltración con incorporación de una corriente de agua.

#### Ultrafiltración de Suero. Aplicaciones Concentrado:

*Elaboración de Concentrado de Proteínas de Suero (WPC – Whey Protein Concentrate)* para su posterior secado y producción de polvo. Al igual que ocurre con la leche, se pue-

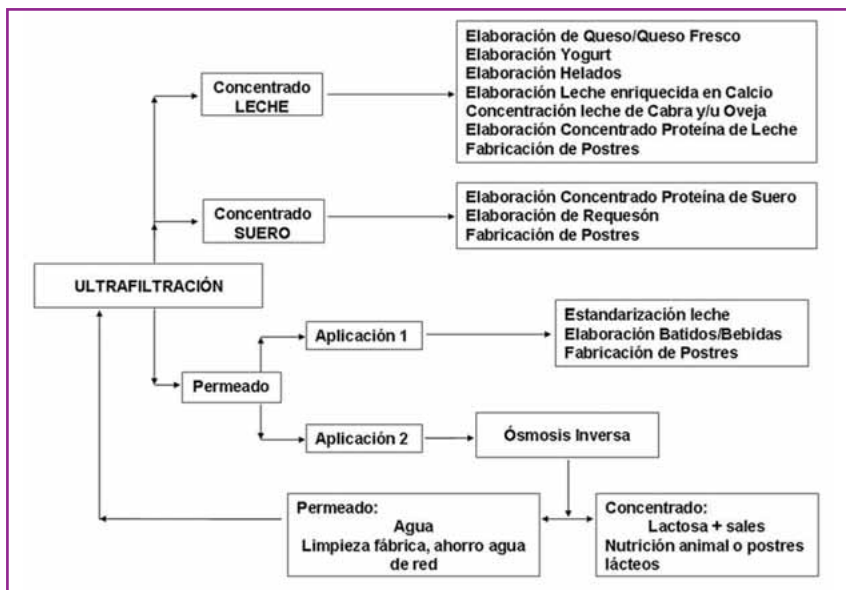


Figura 2.- Cuadro Aplicaciones Ultrafiltración Leche/Suero.

de obtener mucha variabilidad de productos desde WPC 35 a WPC 90, con Ultrafiltración hasta WPC 70 y después con Diafiltración hasta WPC90. Este producto contiene principalmente  $\alpha$ -Lactoglobulina,  $\beta$ -Lactoglobulina y Lactoalbúminas (Seroproteínas o Proteínas del Suero de Leche) y tiene gran aceptación en la industria de Alimentación y Farmacia.

**Elaboración de requesón.** El suero concentrado se introduce en la tobera y mediante cocción a 90°C se obtiene el requesón.

### Ultrafiltración de Leche/Suero. Aplicaciones Permeado:

**Estandarización de la leche.** El permeado de un proceso de Ultrafiltración de leche o suero se compone de lactosa y sales minerales. Se puede utilizar para estandarizar la leche ya que es un producto que proviene de la misma.

**Elaboración de batidos/bebidas isotónicas.** El permeado es rico en lactosa (Galactosa + Glucosa) que al dividirse con la enzima lactasa permite que se asimile más rápidamente por el cuerpo humano. Este permeado se puede hacer pasar por un proceso de Ósmosis Inversa mediante el que obtene-

mos un concentrado en lactosa que puede ser utilizado para la obtención de lactosa en polvo (con aplicaciones en la industria farmacéutica, la alimenticia o la alimentación animal). Por otro lado el permeado derivado de la Ósmosis puede ser utilizado como agua de reuso para la limpieza de los equipos.

Indicar que siempre que se vaya a reutilizar el suero o la leche concentrada es conveniente pasteurizar de nuevo.

En la figura 2 podemos ver un resumen de las aplicaciones que tendría la Ultrafiltración para Leche y/o Suero.

### Conclusiones

La ultrafiltración de la leche representa la primera innovación real en la elaboración de quesos ofreciendo ventajas considerables a consumidores y fabricantes. Durante la fabricación de queso, algunos de los nutrientes de la leche o el suero se pierden (proteínas, azúcares y sales minerales). Estas pérdidas tienen consecuencias económicas considerables que encarecen el proceso. La ultrafiltración es un medio eficaz de recuperar estos subproductos que pueden utilizarse subsecuentemente para elaborar otros productos, a la vez que se elaboran productos de

mayor valor nutricional y mejor precio. Las aplicaciones de los equipos de Ultrafiltración y de Ósmosis Inversa son de naturaleza distinta. De forma general podemos decir que estas últimas dan valor añadido a un subproducto que de por sí no lo tiene, mientras que las plantas de Ultrafiltración se integran dentro del proceso productivo de la industria láctea aumentando el portafolio potencial de productos a ofrecer. Podemos decir entonces que la Ósmosis Inversa es una planta de concentración para el ahorro mientras que la Ultrafiltración es una planta para la separación productiva.

SETALACT, División Láctea del Grupo SETA, ha alcanzado un gran desarrollo tecnológico en el campo de las tecnologías de filtración de membrana para la Industria Láctea. Este afianzamiento ha permitido seguir evolucionando con nuevos proyectos de investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones, mejorando las instalaciones que les ofrecemos.

SETALACT diseña, construye e instala plantas de filtración por membranas (osmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración y microfiltración) con una clara orientación a cliente, adaptándose a sus necesidades. Actualmente SETALACT está presente en el mundo lácteo desde hace más de 15 años y seguimos con constantes desarrollos e innovaciones con nuestro equipo de I+D+i. Nuestra presencia en el mercado nacional e internacional es palpable con más de 70 instalaciones de filtración por membranas.



Figura 3.- Equipo Ultrafiltración.