

Téc. Magali Parzanese

En los últimos años el volumen de suero procesado mediante distintas tecnologías aumentó considerablemente. Esto se debió a una serie de factores que favorecieron su valorización, logrando que se utilice como materia prima de productos de alto valor nutritivo y no sea únicamente un desecho industrial altamente contaminante. Los principales factores que motivaron su utilización fueron el impacto ambiental, el aprovechamiento de los distintos nutrientes (proteínas solubles, lactosa, vitaminas y minerales) que presenta el suero y el aumento de la demanda de sus subproductos por parte de mercados locales e internacionales.

El suero representa entre el 80 – 90 % del volumen total de la leche que va a ser procesada y contiene aproximadamente el 50 % de los nutrientes de la leche original: proteínas solubles, lactosa, vitaminas y sales minerales. Debido al elevado porcentaje de proteínas hidrosolubles que contiene, particularmente el suero de queso, se encontró que a través de su tratamiento con distintas tecnologías pueden obtenerse concentrados proteicos de amplia aplicación en la industria alimentaria. Entre los principales subproductos se encuentran el suero en polvo, suero en polvo desmineralizado, lactosa en polvo, suero en polvo deslactosado y suero reducido en lactosa (Reduced Lactose Whey – RLW), aislados proteicos de suero (Whey Protein Isolates – WPI), proteínas concentradas de suero (Whey Protein Concentrates – WPC), lactalbumina y suero permeado (Whey Permeate – WP). Debido a la funcionalidad tecnológica que poseen algunos de estos concentrados proteicos se los utiliza como ingredientes en la formulación de nuevos productos en diversos sectores alimentarios y de bebidas y como reemplazo o alternativa a otros ingredientes tradicionales.



Fuente: <http://www.lecherlatina.com/noticias/el-suero-lacteo-materia-prima-para-los-envases-sostenibles-del-futuro-489/>

Dentro de las posibles aplicaciones de los derivados del suero en la elaboración de alimentos se pueden mencionar, lactosuero líquido para bebidas, proteínas del suero lácteo en sus formas de concentrados proteicos y aislados en alimentos lácteos (helados, yogures, productos untables y de bajas calorías), productos cárnicos (carnes procesadas, embutidos), panificados (bases para pasteles, galletitas, barras nutritivas), confitería (chocolates, coberturas, caramelos) y bebidas (mezclas con cacao, crema para café, bebidas para deportistas); lactosa para alimentos dietéticos, dulces y productos farmacéuticos. Las tecnologías disponibles actualmente en el país para el

pretratamiento y procesamiento de suero son equipos para desnatado, clarificación y pasteurización (pretratamiento) y tecnologías de membrana y de secado en Spray (procesamiento). El fraccionamiento del suero lácteo proporciona una interesante posibilidad comercial en la fabricación de productos alimenticios. Es por esto que actualmente se encuentran en desarrollo nuevos procesos para la obtención de alimentos y productos de elevada calidad nutricional.

No obstante a la diversidad de productos y aplicaciones que ofrece el suero de lechería, se continúa desechando y formando parte de los efluentes contaminantes de las industrias lácteas resultando en un serio problema para el ambiente. Esto ocurre por su elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Al verter el suero en un cuerpo de agua los microorganismos necesitan una gran cantidad del oxígeno para degradarlo y como consecuencia disminuye la concentración de oxígeno disuelto provocando la muerte de la fauna presente en estos ecosistemas. Asimismo, cuando el suero es descargado en suelos puede alcanzar las napas de agua tornándose peligroso para la salud de los animales y humanos.

APLICACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Según el Código Alimentario Argentino (CAA) “se entiende por Suero de lechería a los líquidos formados por parte de los componentes de la leche, que resultan 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. Técnicamente se pueden distinguir dos tipos de suero de queso según cuál sea el proceso que se lleve a cabo en la elaboración, estos son suero dulce y suero ácido. El primero es resultado de la acción proteolítica de enzimas coagulantes sobre las micelas de caseína (CN) de la leche, las cuales catalizan la ruptura del enlace peptídico de la κ -CN entre los aminoácidos fenilalanina en la posición 105 y metionina en la posición 106, provocando la precipitación de las CN para obtener el queso. La composición de este tipo de suero fue investigada en profundidad y es además el más utilizado por la industria. El suero ácido por su parte, es resultado de la coagulación ácida o láctica de las micelas de CN a nivel de su punto isoeléctrico (pH 4,6), lo cual conlleva la desmineralización y la pérdida de su estructura. Este suero contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida por lo que para la mayoría de sus aplicaciones debe neutralizarse, además su contenido en lactosa se ve reducido a causa de la fermentación láctica.

De estos dos tipos de suero, el dulce posee mejores aptitudes para el procesamiento y obtención de subproductos de mayor valor agregado. Este presenta aproximadamente 95% de lactosa, 25% de proteínas y 8% de la materia grasa que contiene la leche y es por eso que desde hace mucho tiempo se observó la posibilidad de reutilizarlo para distintos fines. Tradicionalmente se lo destinó como complemento en la alimentación de ganado bovino y porcino, aunque en la actualidad debido al elevado volumen de suero que es generado a diario, una mínima fracción de este alcanza para cubrir la demanda de ese sector.

Los subproductos que se obtienen del suero presentan características y propiedades funcionales diversas, las cuales dependen principalmente del contenido de proteínas y de los demás nutrientes que posea cada producto en particular.

Composición estimada de distintos aislados proteicos y subproductos del suero

Productos	Componentes				
	Proteína %	Lactosa %	Grasa %	Minerales %	Humedad %
Suero dulce en polvo	11.0 – 14.5	63.0 – 75.0	1.0 – 1.5	8.2 – 8.8	3.5 – 5.0
WPC 34%	> 34.0	< 55.0	< 4.0	< 8.0	< 4.0
WPC 35%	34.0 – 35.4	51.0 – 54.5	3.5 – 5.0	3.1 – 8.0	-
WPI	80.0 – 82.0	4.0	4.0	3.0	3.5
Suero parcialmente desmineralizado en polvo	> 90	2.3	0.4	1.8	3.2
	12.9	74.5	1.1	8.4	-

La aplicación de los concentrados y aislados proteicos como ingredientes alimenticios se basa en las propiedades funcionales que poseen las proteínas del suero. Se entiende por propiedades funcionales a aquellas propiedades físicas y químicas que modifican el comportamiento de las proteínas en los sistemas alimentarios durante el procesamiento, almacenamiento, preparación y consumo de los productos.

Las funcionalidades tecnológicas que poseen las proteínas del suero son gelificación, retención de agua, solubilidad, emulsificación, espumado, espesamiento, absorción y/o retención de lípidos y flavor (aromas y sabores). Todas estas dependen de las características físicas, químicas y estructurales (tamaño, forma, composición, secuencia de aminoácidos, etc.) de las proteínas, así como del tipo de uniones intra e intermoleculares, la rigidez / flexibilidad molecular en respuesta a variaciones en la composición del medio y principalmente por el tipo de interacciones de las proteínas del suero con los demás componentes de la matriz alimenticia. Por esto último es que dependiendo del resultado que se desee obtener y del producto que se esté desarrollando se utilizarán determinados derivados proteicos de suero.

El conocimiento de las propiedades físicas, químicas y funcionales de las proteínas y de los cambios estructurales y químicos que se producen durante la elaboración de los alimentos, es un aspecto clave para conocer la forma en que se comportan las proteínas en las distintas matrices alimentarias.

Aplicación de los concentrados de proteína de suero en productos bajos en grasa

Los concentrados de proteína de suero (WPC) encuentran un extenso uso en alimentos bajos en grasa, ya sea que se utilicen solos o en combinación con otros ingredientes. Estos concentrados de proteínas de suero reemplazan a la grasa porque otorgan características

similares a las aportadas por este compuesto como son viscosidad, sensación al paladar, apariencia, etc.

En la formulación de sopas y salsas bajas en grasa los WPC se utilizan por sus excelentes propiedades emulsificantes y por lograr una buena dispersión de la materia grasa. Asimismo se aplican a los aderezos bajos en grasa porque permiten reducir costos a través de la inclusión de cantidades adicionales de agua y permiten lograr un producto con buena viscosidad y opacidad. Los WPC también se aplican en la elaboración de productos cárnicos (salchichas y carnes procesadas), obteniéndose buenos resultados. Por ejemplo se logra la reducción en el costo, mejora de la textura, de la sensación al paladar y un perfil nutricional superior.

Empleo de derivados proteicos de suero en postres y productos de confitería

Para la aplicación de subproductos del suero de lechería en la elaboración de mezclas para helados, deben considerarse previamente el contenido de proteína y lactosa que estos puedan aportar al producto final. Asimismo se sugiere el empleo de WPC porque estos concentrados presentan un perfil de proteínas más adecuado que la de otros subproductos, además de poseer una concentración menor de lactosa. Por otro lado se recomienda analizar y determinar cuidadosamente cuál será el tiempo de almacenamiento adecuado, particularmente cuando se incorporen WPC 60 – 85% o WPI a postres congelados, ya que con el tiempo estos pueden hidratarse y alterar la viscosidad u otras características del producto.

Por otro lado los factores que deberían tenerse en cuenta al momento de utilizar determinados subproductos del suero como ingredientes en la elaboración de productos de confitería son: restricciones de costos, contribución a un perfil de sabor específico, cambios en la reología y características organolépticas. Como ejemplos se pueden mencionar el uso de WPC desgrasados o WPI como sustituto de proteína de huevo en la elaboración de merengues y de WPC con mayor contenido de grasa en la fabricación de pasteles esponjados con resultados aceptables.

VENTAJAS

- **Conversión del suero lácteo en un producto de valor agregado y de exportación.**
- **Impacto económico positivo.**
- **Preservación del medio ambiente por industrialización de un producto de desecho de alto impacto ambiental.**
- **Posibilidad de desarrollo regional y nacional.**

INCONVENIENTES DEL PROCESO

- **Costos elevados de inversión inicial.**
- **La mayor parte de los procesos que aplican tecnologías de membrana (ultrafiltración, microfiltración, ósmosis inversa, nanofiltración) requieren cantidades que rondan los 300 mil litros de suero por día para asegurar la viabilidad económica y sostenibilidad.**

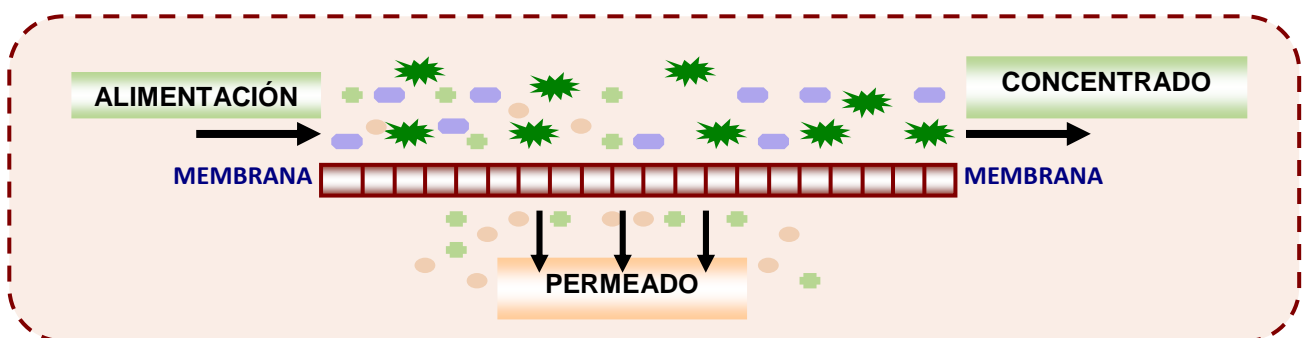
TECNOLOGÍAS Y PROCESOS PARA TRATAMIENTO DE SUERO LÁCTEO

El procesamiento del suero de lechería requiere inicialmente de una etapa de pretratamiento. Esta generalmente consiste en las operaciones de clarificación, desnatado (separación de la grasa) y pasteurizado y se realiza para que el suero que será utilizado luego como materia prima de productos de mayor valor agregado cumpla con las condiciones y características requeridas por los distintos procesos a los que será sometido. Estas operaciones de pretratamiento en algunos casos pueden realizarse en el mismo lugar donde se obtiene el suero como residuo de la elaboración del queso, si es así se debe contar con equipamiento para el almacenamiento en temperaturas de refrigeración del suero pretratado.

El post tratamiento del suero y su uso en la industrialización de otros productos abarca principalmente la aplicación de tecnologías de membrana para la concentración o el fraccionamiento de proteínas y de secado por spray.

Tecnologías de membrana

Las tecnologías de membrana se aplican en la separación de compuestos y consisten en la instalación de membranas semipermeables y en la operación de filtrado por flujo cruzado a presión controlada del material a fraccionar. Como descarga de esta operación siempre se obtienen dos corrientes: el permeado que contiene aquellos compuestos que son filtrados por la membrana semipermeable normalmente se deshecha y el concentrado o retenido que se compone de las sustancias aprovechables que se desean mantener en el producto final.



Estas tecnologías se utilizan ampliamente en la industria láctea, por ejemplo en el mejoramiento de las características técnicas de la leche durante la elaboración de derivados lácteos, en la separación de grasa y de lactosa, en la filtración de membrana en productos lácteos con fines microbiológicos y para el aprovechamiento y tratamiento del suero lácteo. Respecto a esto último son varios los tipos de procesos de membrana que se usan en el fraccionamiento y valorización del suero, dependiendo de las características del producto que se quiera elaborar.

Tipos de procesos de separación por membrana

	Microfiltración	Ultrafiltración	Nanofiltración	Osmosis Inversa
Concentrado	Grasas y proteínas grandes	Proteínas y grasas	Todos los solutos excepto iones monovalentes	Todos los solutos
Permeado	Agua Minerales Lactosa Proteínas pequeñas	Agua Minerales lactosa	Agua Iones monovalentes	Agua
Rango de presión de operación	10 a 50 psi	30 a 150 psi	150 a 600 psi	200 a 1000 psi

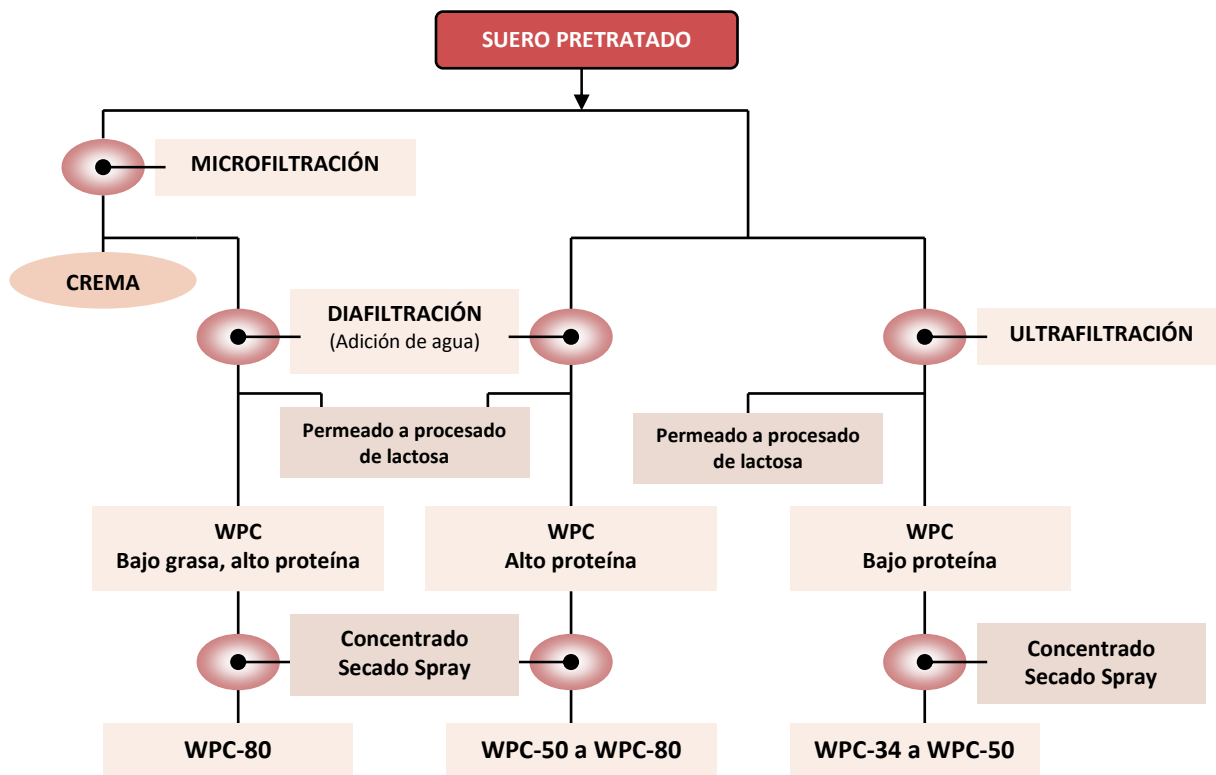
Obtención de concentrados de suero (WPC)

Los WPC con distinto contenido de proteínas se obtienen normalmente por concentración selectiva mediante procesos de ultrafiltración (UF) y secado spray. Como se mencionó antes el suero a procesar debe ser preacondicionado antes de ingresar a la planta purificadora-concentradora, de manera tal que se hayan removido los finos de caseína (se recomienda que su contenido fuera <100 mg/litro) y las sustancias grasas. Asimismo se debe asegurar la inactivación de los microorganismos y enzimas que provienen de la fabricación de queso mediante el proceso de pasteurización.

Previo a la UF se puede realizar una etapa adicional de pretratamiento que consiste en la microfiltración (MF) del suero ya pasteurizado y clarificado. Esta se realiza con el objetivo de eliminar al máximo las sustancias grasas presentes en forma de microagregaciones de manera que no perjudiquen el proceso de UF posterior (se recomienda disminuirlas hasta <0,06%). Si el proceso se realizara de tal manera el producto final podrá ser caracterizado por su bajo contenido de grasa.

El procedimiento de concentración y purificación que sigue a la MF es el UF. Como se especifica en la tabla anterior, las membranas de ultrafiltración son capaces de retener las proteínas mientras que las sales y lactosa se eliminan junto con el agua que atraviesa la membrana. Finalmente el concentrado se envía a las cámaras de secado Spray (secado por aspersion).

Diagrama del proceso de obtención de WPC



Obtención de aislados de suero (WPI)

El objetivo del proceso de aislado de proteínas de suero es transformar el suero pre-tratado en WPI. Para ellos se diseña un proceso donde se aplican distintos tipos de tecnologías de membrana, mediante etapas de filtrado en serie:

1. Ultrafiltración I
Alimentación: corriente de concentrado de suero tipo WPC 35.
2. Microfiltración
Alimentación: corriente de salida de la etapa de Ultrafiltración I.
3. Ultrafiltración II
Alimentación: corriente de salida de la etapa de Microfiltración.

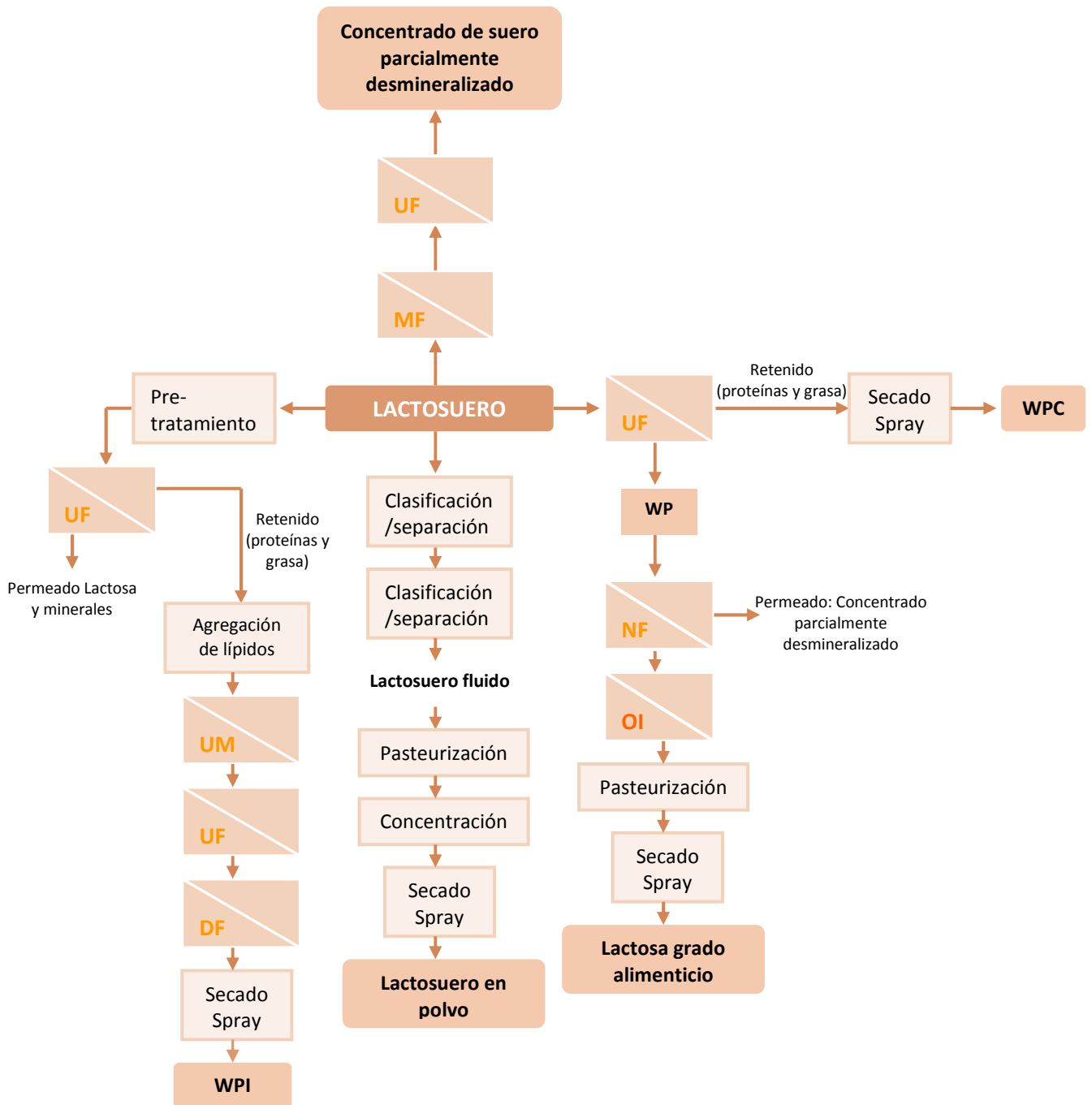
Para la elaboración de aislados de proteína de suero se puede recomendar que aquellas plantas que producen concentrados de tipo WPC 35 incorporen este producto directamente a las etapas de Microfiltración y posterior Ultrafiltración II, con lo cual se lograría transformar este producto en uno de mayor valor agregado como es el caso de los WPI.

Asimismo la corriente de concentrado de la etapa de Microfiltración resulta ser una importante fuente de recursos con aplicaciones en industrias cosméticas y farmacéuticas, debido a que al contenido de fosfolípidos que posee.

La etapa final del proceso de obtención de WPI es el secado del concentrado obtenido en la Ultrafiltración II, para esto se utilizan equipos de Secado Spray.

El total de WPI producido se puede estimar en aproximadamente un 0,5 lb de WPI por cada 100 lb de suero de alimentación.

A continuación se presenta un diagrama de flujo donde se resumen los procesos de obtención de muchos de los subproductos del suero mencionados a lo largo de este artículo.



Finalmente se debe mencionar que en la actualidad se continúa investigando en nuevas alternativas para el procesamiento de suero. Gran parte de estos proyectos apuntan al desarrollo de probióticos de uso humano y animal, producción de biomasa, producción de etanol, desarrollo de películas y recubrimientos comestibles, entre otros. En la Argentina los organismos que llevan adelante proyectos de investigación sobre algunos de los temas mencionados son el INTA, la Universidad Nacional del Litoral a través de la Facultad de Ciencias Veterinarias y del Instituto de Lactología Industrial (INLAIN).

FUENTES CONSULTADAS

- Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Ricardo Adolfo Parra Huerta.2008
- Eliminación de grasas del suero de queso para obtener proteínas y lactosa. Rosane R. Souza, Marcelino L. Gimenes, Silvio C. Costa y Carmen M. O. Muller.
- Obtención de un concentrado del suero de la leche de vaca utilizando tecnologías de membranas. Margarita Estefanía Camacho Chiriboga. 2009
- El uso de membranas en la industria láctea. Grupo de Asistencia Técnica S.R.L. Septiembre 2001
- Empleo de lactosuero y sus componentes en la elaboración de postres y productos de confitería. Katherine Posada, Diana Milena Terán, Juan Sebastián Ramirez Navas.
- Los concentrados de proteína de suero y sus aplicaciones en productos bajos en grasa. Bobby R. Johnson, Ph. D. FS&T Consulting Oklahoma.
- Características generales del sobre el uso del suero de queso en la Provincia de Santa Fé. INTI – INTA
- Espumado de proteínas de suero lácteo en presencia de polisacáridos. Lic. Adriana A. Perez.
- Tecnología de membranas en la agroindustria láctea. Alejandro Chacón-Villalobos.
- Tratamiento y reutilización del suero de leche. José Luis Carrillo Aguado.