

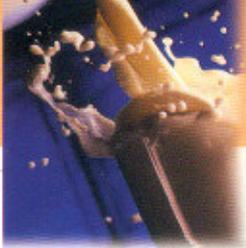


# Cultura Láctea

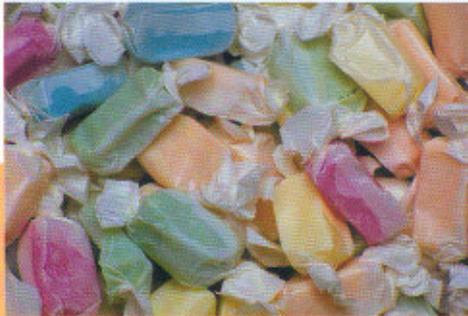
## El Suero de la Leche

El suero de quesería,  
un potencial  
industrial, tecnológico,  
económico y de alto  
valor nutricional.

Q.F. Jaime Arango Arias  
Asesor Técnico, COLANTA  
San Pedro de los Milagros  
E-mail: [colantasp@colanta.com.co](mailto:colantasp@colanta.com.co)



## Cultura Láctea



### Resumen

El suero de quesería es un subproducto en la industria del queso, hasta hace pocos años, su disposición era un problema para los fabricantes.

El suero se ha convertido en una materia prima de alto valor industrial, tecnológico, económico y nutricional.

En este trabajo damos una descripción del suero y su empleo en diversos productos, como también su uso como materia prima para la obtención de concentrados de proteínas y lactosas; Refinada y técnica.

### Summary

Cheese whey is a subproduct of the cheese industry and till a few years ago it's final disposition was a major concern for producers.

Whey has become a raw material of high industrial, technological, economic and nutritional value.

In this job we present a description of whey and it's use in different products, as well as it's use as a raw material for the obtention of technical grade and refined protein and lactose concentrates.



## El Suero de Quesería un Potencial Industrial, Tecnológico, Económico y de alto Valor Nutricional

**E**l suero de leche es un líquido obtenido en el proceso del queso y de la caseína, después de la separación de la cuajada o fase micelar, cuyas características corresponden a un líquido fluido, de color verde amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco del 5.5 al 7%, provenientes de la leche.

### Tabla No. 1

Composición del suero dulce, según el Ingeniero Vagn Westergaard

Contenido	Valores %
Agua	93.7 - 93.5
Extracto seco	6.30 - 6.50
Lactosa	4.85 - 4.6
Ácido láctico	0.08 - 0.1
Proteínas totales	0.75 - 0.8
Sales minerales	0.50 - 0.80
Grasa láctea	0.12 - 0.2

### Minerales

Contenido	Valores /mg
Calcio	56
Fósforo	53
Hierro	0.1
Sodio	160
Potasio	200
Cloruros	70
Magnesio	6



## Cultura Láctea

### Vitaminas

Contenido	Valores
Vitamina A	10 UI
Vitamina B <sub>1</sub>	0.03 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	0.12 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	0.04 mg
Vitamina C	1.3 mg
Acido Pantoténico	0.34 mg
Niacina	0.085 mg
Biotina	0.001 mg

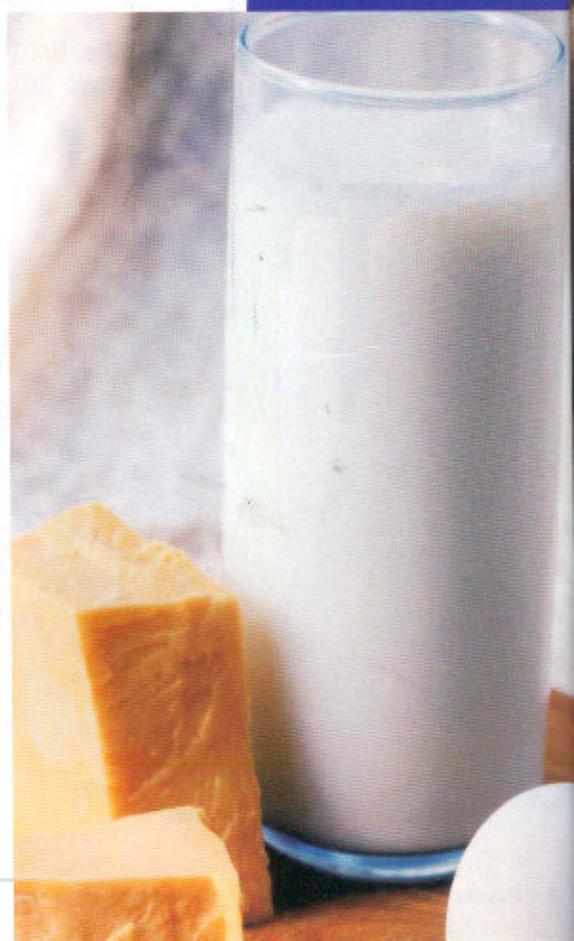
### Distribución de los nutrientes de la leche entre el queso y el suero, en un proceso de cuajada enzimática

Del contenido de la grasa en la leche líquida el 92% pasa al queso y el 8% va al suero. De las proteínas totales, el 75% pasan al queso y el 25% van al suero, estas proteínas son denominadas solubles, por quedar en el suero, que es la fase acuosa de la leche.

La lactosa o azúcar de la leche, el 5% va al queso y el 95% al suero. Los minerales que son la fracción de sólidos más escasa de la leche, el 35% van al queso y el 65% permanecen en el suero.

La composición vitamínica de la leche se reparte así: Las vitaminas A, D, E y K, que son las solubles en la grasa, se van al queso y son las llamadas liposolubles.

Las vitaminas solubles en agua son: El complejo B, que comprende: la tiamina o vitamina B<sub>1</sub>, riboflavina o vitamina B<sub>2</sub>, la piridoxina o vitamina B<sub>6</sub>, cianocobalamina o vitamina B<sub>12</sub>, el ácido fólico, además ácido ascórbico, el ácido pantoténico, la nicotinamida y la biotina, éstas van al suero.





**Tabla No. 2**

Distribución de los sólidos de la leche líquida, para el queso y para el suero, correspondientes al extracto seco de un litro de leche con 12.05 % de sólidos totales.

Nutrientes	Sólidos de la leche Líquida entera/g	Sólidos que van al queso/g	Sólidos que van al suero/g
Grasa Láctea	33	30.3	2.7
Proteínas totales	30	22.5	7.5
Lactosa	49	2.45	46.55
Minerales	8.5	2.97	5.53
Sólidos repartidos	120.5	58.22	62.28
Agua	879.5	63.07	816.43
TOTAL	1000	121.29	878.71

### Clases de Sueros Líquidos

Hay dos clases de suero, el dulce y el ácido, los cuales dependen de los métodos empleados para la coagulación de la leche.

El suero dulce es el obtenido por una coagulación enzimática, utilizando para ello un cuajo de procedencia animal, como la renina de ternero o bien un cuajo microbiano, de tecnología genética.

El suero ácido es obtenido por acidificación natural de la leche o por la adición de ácidos orgánicos o minerales.

La coagulación natural se produce por fermentación de la leche, debido a la flora bacteriana existente en ella y la obtenida por adición de ácidos. Se presenta cuando agregamos sobre la leche líquida, una solución de ácidos tales como: Acético, cítrico, láctico, que son ácidos orgánicos y clorhídrico o sulfúrico que son ácidos minerales.



## Cultura Láctea

**Tabla No. 3**

Características fisicoquímicas y microbiológicas del suero líquido, dulce y fresco.

Acidez % m/m	0.08 - 0.1
Densidad a 20 °C	1.023 - 1.025 k/L
Extracto seco % m/m	5.5 - 7.0
Cenizas % m/m	0.8 - 1.0
Proteínas totales % m/m	0.8 - 1.0
Color	Verde amarillento
Sabor	Fresco débilmente dulce

### Características microbiológicas del suero líquido, dulce y fresco

Exámenes de Rutina	N	m	M	C
Recuento de mesófilos /g	5	30.000	50.000	1
NMP de coliformes totales/g	5	1	10	1
NMP de coliformes fecales/g	5	<1	—	0

#### Convenciones:

m/m: masa /masa

N.M.P: Número más probable

N: Número de muestras para analizar

m: Índice máximo permisible para indicar nivel de buena calidad

M: Índice máximo permisible para indicar nivel de calidad aceptable.

C: Número de muestras permitida entre m y M

<: Léase menor de



El suero de leche y sus derivados, se han convertido en ingredientes alimenticios de gran consumo y muy valorados en la industria de alimentos, por ello, son materias primas indispensables para las líneas: Chocolatería, confitería, panadería, pastelería, helados, yogures, dulces, postres, cervezas, vinos, embutidos, industria farmacéutica, industrias de colorantes y esencias en polvo.

### Diferentes tipos de suero

**Suero líquido fresco y dulce:** Es el que se ha obtenido recientemente en un proceso de cuajada enzimática y del cual se ha separado la cuajada. El suero fresco tiene la tendencia a fermentarse muy rápidamente y cuando ello sucede, deja de ser apto para el consumo humano y animal, por lo tanto, debemos recurrir a procedimientos tecnológicos que nos permitan mantener la calidad para su posterior aprovechamiento.





### Derivados del suero líquido, dulce y fresco

**Suero dulce en polvo:** Es aquel que se obtiene por evaporación de la casi totalidad del agua, de un suero líquido, dulce y fresco.

**Suero ácido en polvo:** Se obtiene por evaporación de la casi totalidad del agua, del suero ácido líquido.

**Suero deslactosado líquido y en polvo:** El que se obtiene por hidrólisis de la lactosa del suero líquido y que una vez hidrolizado en forma líquida, puede llevarse al estado de polvo, por la evaporación de la casi totalidad del agua, en condiciones específicas de temperatura.

**Suero desmineralizado líquido y en polvo:** Se obtiene por la sustracción de una gran proporción de las sales, de los sueros líquidos dulces y frescos por procedimientos de electrodiálisis o por el sistema de resinas de intercambio iónico. El suero desmineralizado líquido puede llevarse al estado de polvo por atomización, en cámara secadora, al vacío.

**Suero forrajero en polvo:** Proviene del proceso del suero líquido, fresco y dulce, cuando separamos la lactosa que se ha cristalizado en los procesos de concentración y cristalización. El líquido obtenido en el filtrado de los cristales y las aguas de los lavados de estos, se mezclan, se concentran y se pulverizan en cámara secadora al vacío, por atomización.

El suero líquido se debe someter a un tratamiento térmico de pasteurización o ebullición, para destruir la mayor parte de la flora microbiana y la residualidad enzimática del cuajo, que permanece en el suero después de la separación de la cuajada; luego se refrigera, para conservar su calidad, con el fin de emplearlo para el consumo directo, en la dieta animal o como materia prima en la gran variedad de productos para las industrias ya mencionadas.

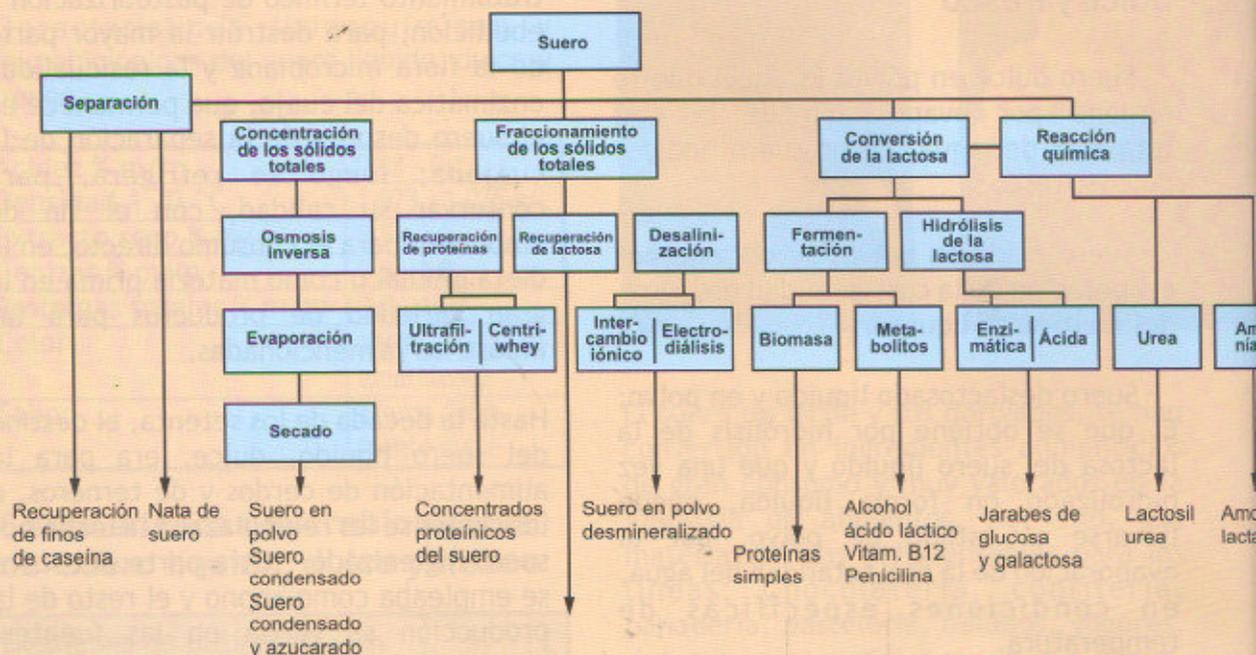
Hasta la década de los setenta, el destino del suero líquido, dulce, era para la alimentación de cerdos y de terneros, a los cuales se les reemplazaba la leche por suero higienizado. Otra parte del suero se empleaba como abono y el resto de la producción se vertía en las fuentes, causando grandes daños ecológicos.

Posteriormente se ha venido utilizando para la fabricación de suero en polvo dulce, suero en polvo deslactosado, suero en polvo desmineralizado, láctosa y concentrado de proteínas, obteniendo una magnífica aceptación por parte de los industriales, quienes los han utilizado en forma directa o como reemplazo de materias primas más costosas.

En este artículo queremos mencionar algunos de los usos de las distintas clases de suero y nuevas tecnologías que pueden representar para la Cooperativa COLANTA, en un futuro no lejano, la creación de nuevas industrias, al lado de la láctea, ya establecida.



Tabla No. 4 Industrias Derivadas del Suero



Antes de entrar a considerar las posibilidades tecnológicas, es necesario recordar que siempre hay que tratar el suero desde su obtención, como materia prima de primera clase, para poder obtener productos de buena calidad. Para ello debemos higienizarlo por un procedimiento térmico, bien sea la pasteurización o la ebullición y luego la refrigeración, para evitar un posible deterioro y conservar su calidad.

La composición del suero fluido, fresco, dulce, en nuestro medio, se expresa en la tabla N°1.

La composición del suero depende del tipo del queso que se procesa, de la tecnología empleada en la cuajada de la leche y ésta varía según la raza del ganado, la alimentación, el clima de la región, del cuidado que se tenga en el ordeño, del manejo de las vacas, de los cuidados médico veterinarios, etc.

### Destino actual del suero de quesería

Con la industrialización del queso, la producción del suero líquido se incrementó en miles de toneladas, llegando a cubrir las necesidades para la alimentación animal, para los procesos de suero dulce en polvo, suero desmineralizado, suero deslactosado, concentrado de proteínas del suero, lactosa, entre otros.





## El suero en la alimentación animal

Antes de que establecieran las normas sobre alimentación animal, ya era costumbre en las fincas, alimentar los cerdos con el suero que resultaba de la fabricación del queso campesino, que se hacía en forma empírica, sin ningún cuidado en cuanto a la cantidad y al estado de conservación del suero, lo cual en muchas ocasiones acarrea trastornos en la salud de los animales, con grandes pérdidas económicas.

En la alimentación de terneros se han hecho estudios, sustituyendo leche por suero fresco higienizado, lo cual se hace en forma progresiva y cuidadosa hasta cambiar el total de la leche. Luego de los 4 meses de vida del animal, el consumo puede ser de 10 a 15 litros diarios, hasta los 15 meses.

Otros estudios en nutrición animal han demostrado que un kilogramo de leche descremada higienizada, puede ser sustituido por dos de suero entero y que un kilogramo de concentrado de ceba, puede ser sustituido por 12 kilogramos de suero líquido.

Los resultados prácticos obtenidos, muestran que los becerros que consumen el suero, han crecido más rápidamente y que sus cuerpos son más fornidos que aquellos que se alimentaron con leche descremada.

## Suero líquido como abono

Otro aprovechamiento del suero líquido, es emplearlo como abono y grandes cantidades han sido vertidas en el campo. El regadío del suero se debe verificar en ciclos de 15 días, entre dosis, requiriéndose extensos terrenos y cuidando que la distancia mínima que las viviendas sea de 200 metros, la cantidad debe ser de 7 m<sup>3</sup> por hectárea, sin necesidad de utilizar otros fertilizantes.

Los sobrantes de la producción de suero eran vaciados a las fuentes, bajo la falsa creencia de que como era un alimento, no debía ser perjudicial para la flora y la fauna de los ríos y las quebradas.





## Cultura Láctea

En estudios posteriores se determinó que para la degradación del suero se requería oxígeno y que éste era obtenido de las aguas, con lo cual se privaba a la fauna y a la flora de este elemento, que es indispensable para su subsistencia.

Se calcula que para degradar los nutrientes de un litro de suero es necesario todo el oxígeno de 10 toneladas de agua, por lo tanto no podrían persistir formas de vida en las fuentes que reciben el suero de quesería.

Las normas dictadas sobre la conservación del ambiente prohíben arrojar el suero a las aguas, lo cual ha obligado a las empresas procesadoras del queso a buscar otras tecnologías para el aprovechamiento del suero líquido, como materia prima para nuevos productos.

La mayor preocupación de los industriales era encontrar un método que asegurara la conservación del producto, ya que en la forma líquida, su duración era limitada, además, porque los volúmenes eran muy grandes y sería difícil su almacenamiento.

Las inquietudes anteriores se resolvieron al someter el suero líquido a un proceso de secamiento, para llevarlo al estado de polvo, el cual tiene una vida útil de un año, con buenas prácticas de manejo. Para su obtención, se recurre a una batería de evaporadores, de capa descendente, que trabajan en un alto vacío, para evitar las fuertes temperaturas durante su proceso.

El suero evaporado es llevado a tanques de cristalización, durante varias horas, para luego pasarlo a la cámara secadora

en donde es atomizado sobre aire caliente y seco, para retirarle la mayor parte de agua y convertirlo en un polvo fluido, que va al fondo de la cámara para luego ser transportado en forma neumática al ciclón de empaque.

El agua evaporada, proveniente del concentrado, es capturada por el aire caliente y transportada a un sistema de ciclones en donde se separa el polvo arrastrado y el aire frío y húmedo sale al ambiente. El polvo va al ciclón, en donde se empaqueta en bolsa de polietileno interior y multipliego de papel kraft exterior, con capacidad de 25kg.

**Tabla No. 5**  
**Composición del Suero en Polvo**

Componentes %m/m	Valor %
Humedad	2 - 5
Grasa láctea	0.5 - 1.0
Proteínas Totales	12 - 13
Lactosa	73 - 75
Minerales	8 - 10

**Características físico - químicas del suero en polvo**

Color	Amarillo
Olor	Lácteo
Sabor	Salino
Consistencia	Polvo fino, higroscópico
Solubilidad	Disuelve bien en agua
Índice de Solubilidad	Menor de 0.25 ml
Partículas Quemadas	Disco B, norma ADMI
Nitritos	Máximo 15 ppm



### Convenciones

m/m:	masa/masa
ADMI:	norma internacional
ppm:	partes por millón

**Tabla No. 6**

**Vitaminas y minerales en 100 gramos de suero en polvo**

Vitamina A	64 UI
Vitamina B1	0.4 mg
Vitamina B2	1.60 mg
Vitamina B6	0.55 mg
Vitamina C	3 mg
Ácido Pantoténico	4.7 mg
Niacina	0.69 mg
Biotina	0.013 mg
Calcio	600 mg
Fósforo	800 mg
Sodio	800 mg
Potasio	2.200 mg
Magnesio	100 mg
Hierro	2 mg
Cobre	0.3 mg

**Tabla No. 7**

**Calidad Bacteriológica del Suero en Polvo**

Requisitos	Límite			
	N	M	M	C
Recuento de microorganismos mesofílicos UFC/g	5	30.000	50.000	2
Coliformes a 30°C UFC/g	5	10	100	1
Coliformes a 45°C UFC/g	5	<10	----	0
Recuento de mohos	5	100	1000	2
Recuento de staphylococcus aureus coagulasa positiva	5	100	200	2
Detección de salmonellas / 25 gr	5	0	----	0
Detección de listeria monocytogenes / 25 gr	5	0	----	0

Norma Técnica Colombiana



## Cultura Láctea

### Convenciones

UFC: Unidades formadoras de colonias

N: Número de muestras para analizar

m: Índice máximo permisible para indicar nivel de buena calidad

M: Índice máximo permisible para indicar nivel de calidad aceptable

C: Mínimo de muestras permitidas entre m y M

### Empleo del suero en polvo en la industria

Los usos más conocidos son: Alimentos para animales, en panadería, en heladería, en leches fermentadas, en confitería y dulcería, en margarinas, en productos cárnicos, productos infantiles, bebidas lácteas para deportistas, para obtención de alcohol, cerveza, vinos, entre otros.

### El suero en polvo para alimentación animal

Desde tiempos inmemoriales, el suero ha sido considerado como un buen alimento para animales, inicialmente como suero líquido y en las últimas dos décadas como suero en polvo, el cual es utilizado por las siguientes razones:

**Por su conservación**, la vida útil promedio es de un año, puede ser mayor según las buenas prácticas de manejo.

**De fácil dosificación**, se disuelve bien en el agua, conservando las características de un producto fresco y nutritivo.

En algunos documentos se habla del suero como forraje para alimentos de animales, el cual **se suministra en forma líquida o mezclado en polvo** con otros alimentos, para complementar su dieta nutricional.

El uso del suero en polvo es muy interesante para el ganadero, **por su calidad, duración y precio**. Para su uso se garantiza su conservación,





la estabilidad de sus componentes, disponibilidad en todas las épocas del año y su frescura.

La cantidad de suero en polvo para los concentrados debe ser consultada a los técnicos en nutrición animal, por el conocimiento que ellos tienen de la composición del producto y de las necesidades nutricionales de las diferentes especies de animales además, por la seriedad y garantía que ofrecen sus fabricantes.

### Uso del suero en polvo para panadería

El uso del suero en polvo en la panificación, tiene un sin número de ventajas:

No se trata de una sustitución de harina de trigo por suero, sino que es un enriquecimiento de las formulaciones tradicionales, con los sólidos lácteos del suero, con esta práctica habrá un mayor rendimiento en unidades de producto terminado, por el incremento de la masa, en la proporción de la cantidad de suero que se adiciona.

La mejor calidad del pan y rendimiento se obtiene agregando seis kilogramos de suero por cada 100 kilogramos de harina de trigo y así obtendremos un pan con: Un sabor delicado, pan aliñado, mejora el aspecto del color, un tostado uniforme, ayuda a la formación de una corteza suave y fina, mejora la estructura de la miga, con formación de paredes más delgadas de los alvéolos, aumenta la riqueza del pan en proteínas y minerales, retiene una mayor humedad, lo cual facilita el tajado como resultado de una masa más flexible y uniforme, disminuye un poco el tiempo de la fermentación, da productos más voluminosos, conserva la suavidad del pan por más tiempo, con una prolongación en la vida de anaquel.

### ¿Por qué el suero se activa de esta manera en el pan?

La suavidad de la miga, la uniformidad de los alvéolos y la retención de la humedad, son debido a las proteínas solubles del suero y a la fermentación de la lactosa, que produce el anhídrido carbónico. La coloración uniforme en el tostado se debe a la reacción Maillard, la cual es el producto de la interacción entre el nitrógeno proteínico y los grupos aldehídos de la lactosa, que produce el color café denominado melanoidina.

El sabor delicado del pan (pan aliñado) se debe al enriquecimiento de la harina con los sólidos lácteos aportados por el suero.



## Cultura Láctea

### El suero en polvo en la industria de los helados

El continuo aumento del precio de las materias primas, en la industria de los alimentos, ha sido por muchos años el acicate que ha llevado a la búsqueda de otros materiales más económicos para que se reduzcan los costos de la producción, sin disminuir, ni cambiar las características nutricionales y organolépticas de los productos terminados.

En la producción del helado batido, el suero en polvo juega un papel muy importante, por los siguientes motivos: Incrementa el poder nutritivo, resalta los sabores y colores, da mayor espumación, incrementa el overrum (sobre aumento), por el mayor volumen, disminuye los costos de producción relacionados con la sustitución de la leche en polvo descremada, por suero en polvo, que es más barato.

#### Tabla No. 8

Tipos de helados según la resolución 01804 de 1989 del Invima.

Composición	Helado de crema	Helado de leche	Helado de leche y grasa vegetal
Grasa total, mínimo	8 %	3 %	8 %
Grasa láctea, mínimo	8 %	3 %	2 %
Grasa vegetal, mínimo	—	—	6 %
Sólidos no grasos lácteos, mínimo	11 %	8 %	11 %
Sólidos totales, mínimos	30 %	26 %	30 %
Peso de un litro de helado, mínimo	475 g/l	475 g/l	475 g/l
Proteínas lácteas, mínimo	2.5 %	2.0 %	2.5 %

El 35% de los sólidos no grasos lácteos, de cada tipo de helado, pueden ser sustituidos por sólidos de suero en polvo, que aportan los beneficios descritos.





### El suero en polvo en la industria de las leches fermentadas

Los productos del suero, además de ofrecer múltiples beneficios nutritivos, también pueden ayudar al desarrollo de fórmulas con características mejoradas.

De acuerdo con la legislación, ya se permite el uso de sueros lácteos y concentrados proteínicos del suero como ingredientes opcionales en las formulaciones de yogures.

El empleo de suero en las formulaciones de yogur, trae numerosos beneficios, entre los cuales podemos destacar los siguientes: Mejorar el sabor, mejorar la textura, aumenta el valor nutritivo, reduce la sinéresis, prolonga la vida de anaquel, produce un efecto probiótico, aporta beneficios nutracéuticos, ofrece buena relación costo/beneficio.

### La influencia de la fortificación del yogur con suero frente al sabor

El sabor del yogur es la combinación de los sabores creados por la base y los compuestos resultantes de la fermentación de la lactosa, en ácido láctico, acetaldehído, acetoína, diacetilo, etc.

### La acidez del yogur complementa el sabor del producto final

El verdadero beneficio de la adición de suero en la fabricación de las leches fermentadas, consiste en un mayor valor agregado del producto final, gracias a las mejores características del sabor, textura y a las condiciones nutricionales fortalecidas.

### El suero en polvo en la fabricación de dulces, confites y postres

Los dulces de leche, los confites y los postres, son golosinas, pero igualmente representan un alimento de alto poder nutricional, por sus ingredientes: Sólidos lácteos, azúcar, grasas vegetales, crema de leche, frutas, esencias, gelificantes, etc.

El suero en polvo se emplea en estos productos como aporte de sólidos no grasos lácteos.

El suero en polvo por su alto contenido de lactosa (75%), es una





## Cultura Láctea

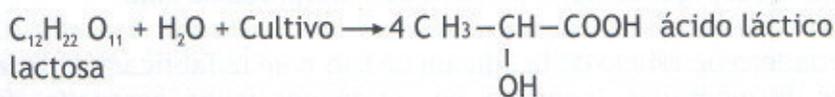
materia prima muy especial para confitería y mejor aún si se utiliza el suero deslactosado, por su aporte de dulzura al confite, la cual es obtenida como resultante de la escisión de la molécula de la lactosa en sus azúcares que la conforman: Glucosa y galactosa; igualmente por el alto contenido de proteínas solubles, 12% de albúminas y globulinas.

### Uso del suero en polvo en la industria de las margarinas

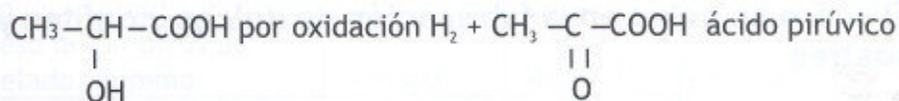
Los fabricantes de las margarinas buscan darle a éstas un sabor lácteo, para lo cual han utilizado la leche en polvo descremada, por su alto contenido de lactosa, 46 %. Algunas industrias, han sustituido la leche en polvo por suero en polvo, debido al contenido de lactosa, 75%, esto tiene su explicación porque puede transformarse en diacetilo o esencia de mantequilla, por reacciones bioquímicas, y mientras mayor sea la concentración de lactosa mayor será la cantidad de diacetilo producido y mejor el aroma lácteo desarrollado para la margarina.

Las reacciones químicas que se llevan a efecto para la transformación de la lactosa en diacetilo o esencia de mantequilla, son las siguientes:

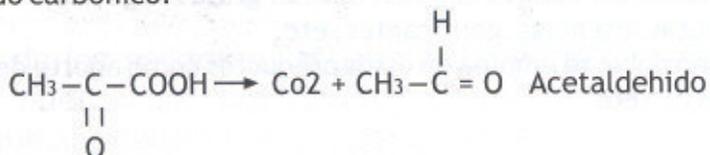
1. La lactosa del suero mas cultivo láctico, mas agua, produce ácido láctico:



2. El ácido láctico por oxidación, se transforma en ácido pirúvico mas hidrógeno:

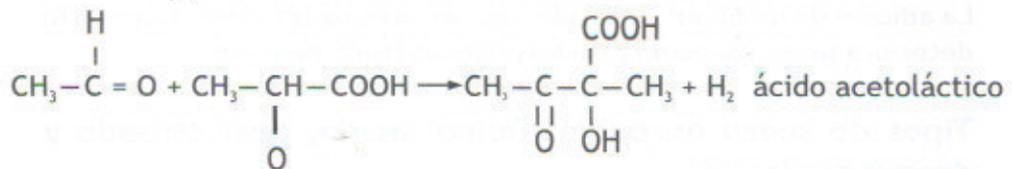


3. El ácido pirúvico se descarboxila y produce acetaldehído mas anhídrido carbónico:

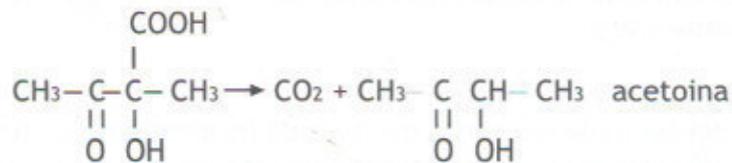




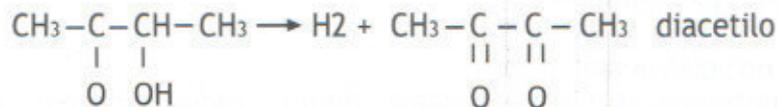
4. El acetalhido reacciona con parte del ácido láctico produciendo ácido acetoláctico + hidrógeno.



5. El ácido acetoláctico por descarboxilación produce acetoina y anhídrido carbónico:



6. La acetoina por oxidación produce hidrógeno y diacetilo o esencia de mantequilla.



Las reacciones anteriores llevan a la producción de la esencia de mantequilla natural. Partiendo del suero de quesería en polvo, por un proceso biológico fermentativo, el cual es utilizado para darle sabor y olor lácteo a la margarina.

### El suero en polvo en la industria de productos cárnicos

Se ha estado trabajando con mucho interés el suero en polvo, en los productos cárnicos, por los beneficios que éste aporta, en especial lo relacionado con la calidad de los embutidos en su textura, la jugosidad, el sabor, el color y el rendimiento.

El suero puede ser utilizado en los diferentes productos entre un 3 y un 6%. En productos como la salchicha, el suero mejora el sabor, la emulsión, la textura y evita la deformación en el corte y el enrojecimiento durante el almacenamiento.





## Cultura Láctea

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Las proteínas del suero mejoran la elasticidad, la firmeza y la fuerza de las emulsiones. Se ha observado que el suero en polvo ayuda a retener la humedad debido a su capacidad emulsificante.

La adición de un 6% en los productos cárnicos da un mejor sabor y no deteriora su composición y características fisicoquímicas.

### Tipos de suero en polvo: Dulce, ácido, deslactosado y desmineralizado

#### Suero en polvo dulce:

Es obtenido por evaporación al vacío de un suero dulce, líquido y fresco; secado por atomización en cámara a altas temperaturas con aire caliente y seco.

#### Suero ácido en polvo:

Resulta del suero de quesería, que ha sido fermentado por acción de cultivos lácticos o por fermentación natural; igualmente puede ser utilizado el suero de la caseína, cuando se han empleado para su coagulación ácidos orgánicos. El uso de este tipo de suero en la industria es más limitado, pero puede utilizarse como forraje en alimentos para animales.

#### Suero en polvo deslactosado:

Es el obtenido de un suero dulce, líquido, hidrolizado por acción enzimática, en el cual se ha desdoblado la lactosa en glucosa y galactosa, en un 90%. La característica principal de este suero es la dulzura, su solubilidad y la no cristalización, por ello es muy empleado en la industria de dulces y confites, su proceso es similar al de la leche en polvo deslactosada.

#### Suero Desmineralizado:

Las leches maternizadas son productos obtenidos con base en leche de vaca, con adición de sustancias que modifican su composición y son empleadas para bebés de 0 a 6 meses, que por algún motivo no han podido ser alimentados por sus madres.

Para la fabricación de esta leche, se utiliza el suero desmineralizado, el cual se caracteriza por una baja carga de sales minerales, ésto es posible por medio de procesos tecnológicos, en los cuales se retiran las  $\frac{3}{4}$  partes de las sales de la leche y del suero líquido.

La desmineralización se realiza por dos sistemas que son:





Por medio de resinas de intercambio iónico, en este proceso se eliminan sólidos ionizables por medio de la técnica de lecho fijo que implica la utilización de resinas que tienen la capacidad para la adsorción de minerales.

Cuando las resinas se han saturado, los minerales adsorbidos deben ser eliminados de ésta, con el fin de regenerarla para ser utilizada nuevamente.

Las resinas de intercambio iónico son materiales plásticos, macromoleculares, porosos, que químicamente son ácidos o bases insolubles.

La característica principal de estas resinas, es su capacidad para intercambiar los iones móviles que contienen, por iones de la misma carga, contenidos en la solución que se va a tratar.

Como ejemplo, vemos que tiene lugar la siguiente reacción, cuando una resina catiónica fuerte, regenerada en su forma hidrogenada, entra en contacto con una solución acuosa que contiene iones de sodio.



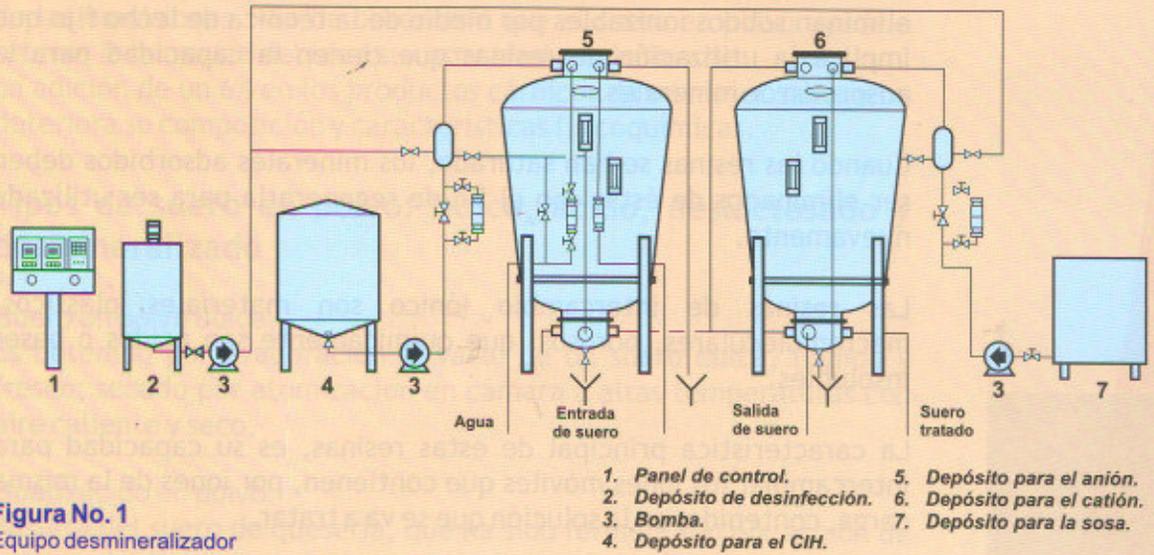
Esto nos indica que los iones de sodio ( $Na^+$ ) de la fase líquida, han sido tomados por la resina de intercambio iónico a cambio de iones de hidrógeno que pasan a la fase líquida y de este modo se vuelve ácida.

Los iones multivalentes tienen mayor selectividad que los monovalentes, para los iones de la leche, la selectividad disminuye en el siguiente orden: calcio  $Ca >$  magnesio  $Mg >$  potasio  $K >$  sodio  $Na$ , lo cual significa que los iones de calcio se eliminan más fácilmente que los de magnesio, estos más fácil que los de potasio y estos más fácil que los de sodio.





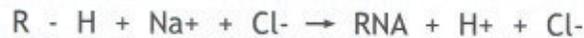
## Cultura Láctea



**Figura No. 1**  
Equipo desmineralizador

El suero pasa al intercambiador catiónico fuerte, cargado con hidrógeno y continúa sobre el intercambiador aniónico en forma de base débil libre.

Las columnas del intercambiador iónico son enjuagadas y regeneradas separadamente con ácido clorhídrico diluido y con hidróxido de sodio. Las siguientes reacciones tienen lugar durante la desmineralización, se utiliza el cloruro de sodio (NaCl) para representar las sales del suero y R representa la resina insoluble del intercambiador catiónico:



Intercambiador aniónico:



Después de cada proceso de desmineralización, se deben lavar las resinas, con ácido clorhídrico y con soda cáustica. Estos lavados son indispensables para mantener activo el intercambiador iónico y la retención de los cationes.



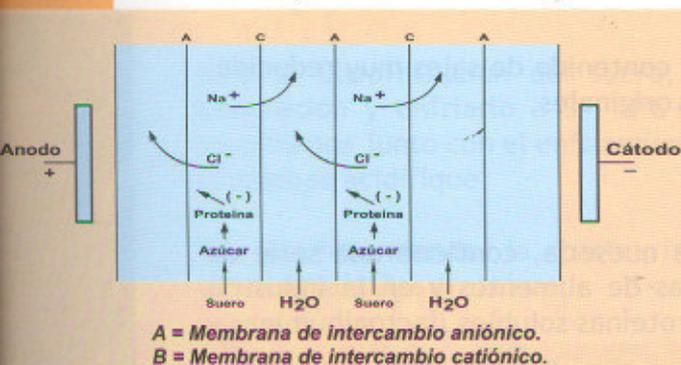


Figura No.2  
Diagrama del electrodiálizador

El segundo sistema para la desmineralización es la electrodiálisis que se basa en el principio que se explica a continuación: Los electrodiálizadores operan con mayores cantidades de células entre el ánodo y el cátodo: figura 2 - diagrama de circulación de la electrodiálisis.

El agua fresca fluye constantemente por entre las células que vienen cubiertas por una membrana. Los

iones positivos son atraídos por el cátodo y los iones negativos por el ánodo.

Los iones que atraviesan las membranas son eliminados con el agua, como lo demuestra en forma esquemática la figura del diagrama de la circulación de la electrodiálisis.

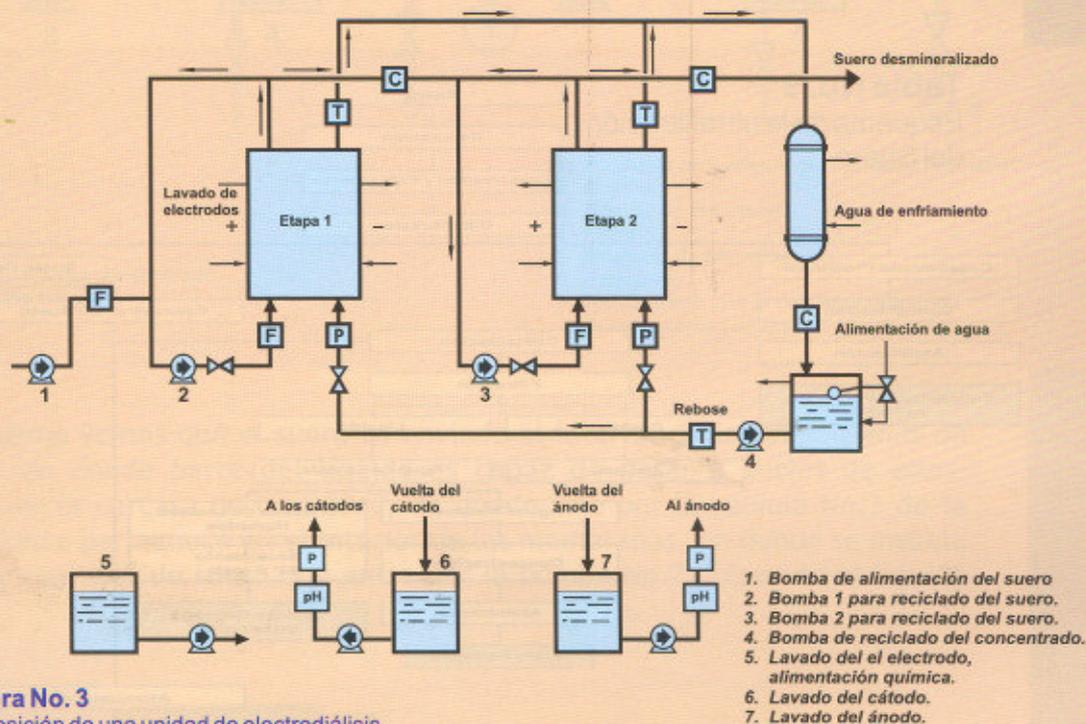


Figura No.3  
Disposición de una unidad de electrodiálisis



## Cultura Láctea

- Este procedimiento asegura un suero con un contenido de sales muy reducido, aproximadamente con 10 a un 30 % de las sales originales.

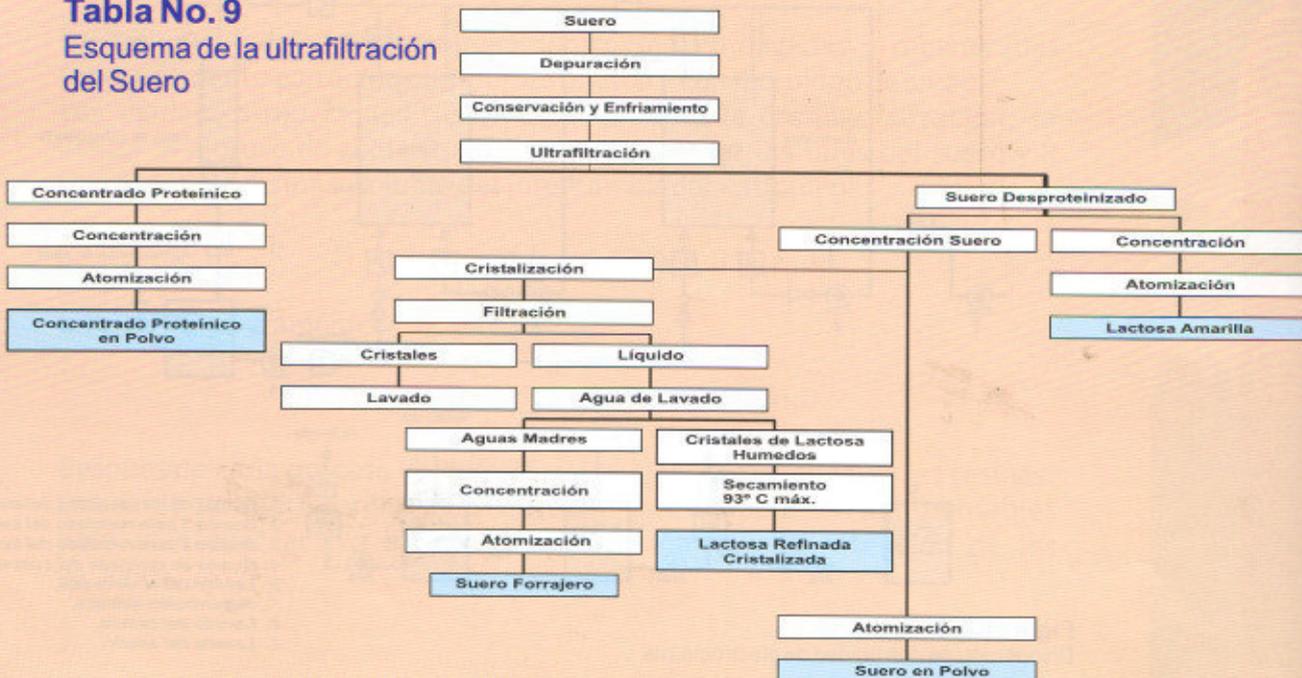
### Producción de proteínas del suero

El suero lácteo, principalmente el suero de quesería, contiene una serie de componentes aprovechables en las industrias de alimentos y en la industria farmacéutica; estos componentes son: Las proteínas solubles (lactoalbúminas y lactoglobulinas) y la lactosa.

Para extraer estas sustancias del suero, es necesario separar previamente de él las grasas y las partículas de caseína que hayan pasado en el proceso de los quesos, empleando para ello un clarificador o una centrífuga adecuada.

El suero así depurado se somete a un proceso de ultrafiltración que consiste en el paso del suero a través de unas membranas por las cuales pasan: El agua, las sales y demás sustancias de peso molecular bajo, mientras que las proteínas y otras macromoléculas son retenidas. Estas membranas están constituidas por polímeros sintéticos, cuya composición y porosidad se puede fijar para conseguir unas determinadas características de separación.

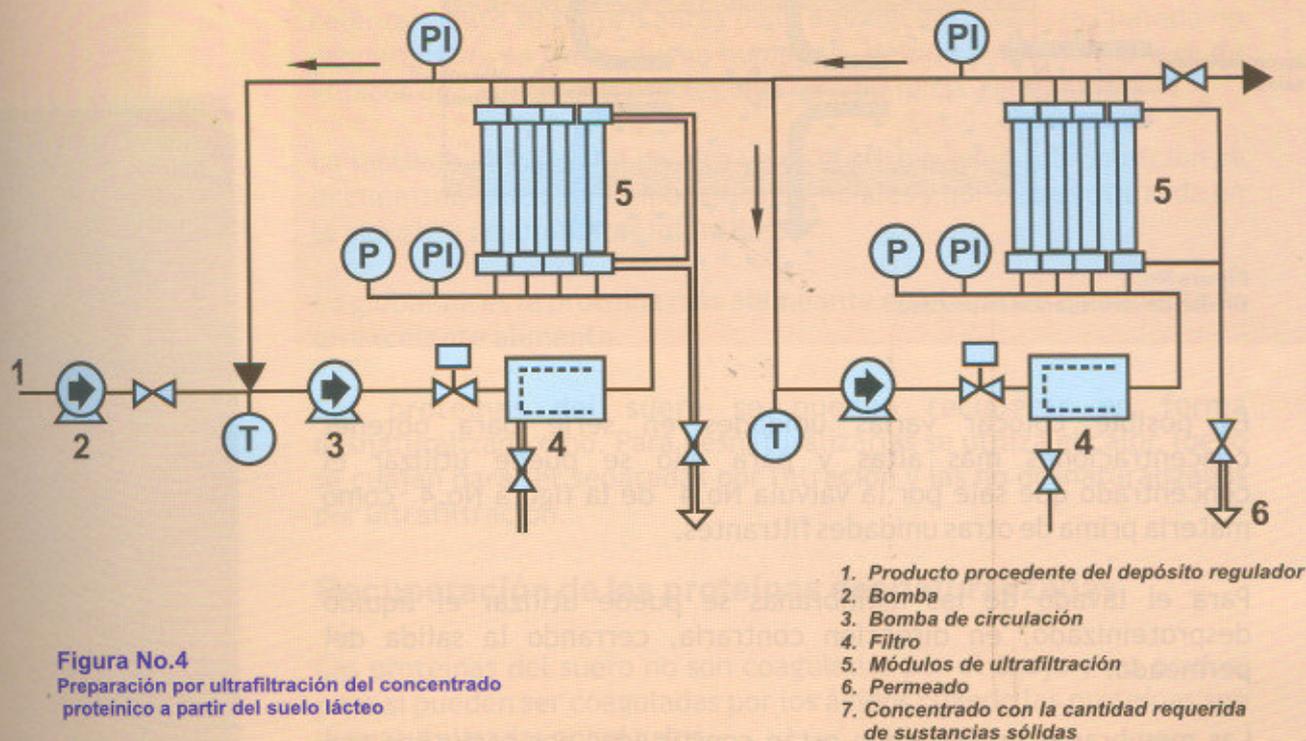
**Tabla No. 9**  
Esquema de la ultrafiltración del Suero





Para la ultrafiltración del suero, debemos hacer el tratamiento previo de depuración y enfriarlo a 3 - 4°C y cuando haya demoras en el proceso, se recomienda junto con el enfriamiento, utilizar un estabilizante para impedir que el suero se acidifique.

No se recomienda la pasteurización porque el procedimiento térmico desnaturaliza las proteínas.



En el esquema vemos que el suero es enviado al interior de las membranas de filtración, en donde parte del líquido es capaz de pasar a través de ellas, quedando en la carcasa de la unidad, de donde sale por la válvula No.3 de la figura, el resto permanece en el interior de las membranas, en donde se mezcla con nueva cantidad de suero que entra por la bomba No.2. Cuando el líquido





## Cultura Láctea

adquiere la concentración deseada de proteínas se evacua por la válvula No.4, a partir de este momento se consigue un flujo continuo de alimentación y descarga.

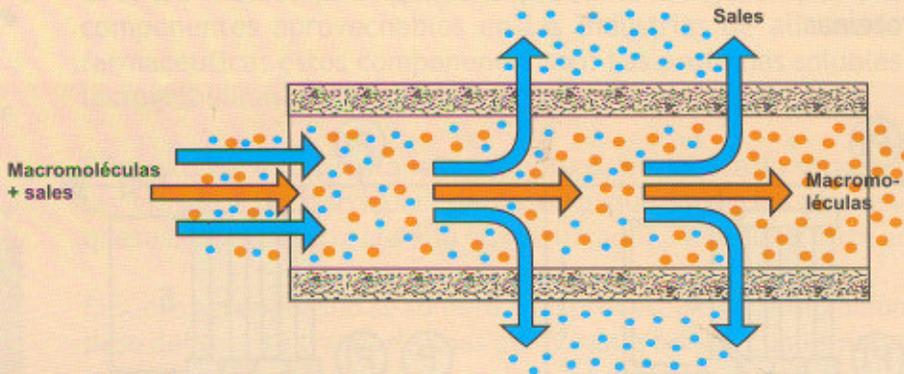


Figura No. 5  
Unidad de ultrafiltración en proceso

Es posible colocar varias unidades en serie para obtener concentraciones más altas y para ello se puede utilizar el concentrado que sale por la válvula No.4 de la figura No.4 como materia prima de otras unidades filtrantes.

Para el lavado de las membranas se puede utilizar el líquido desproteínizado, en dirección contraria, cerrando la salida del permeado.

Las membranas de filtración están constituidas por cartuchos con fibras especiales de Romicon. La superficie puede oscilar entre 14 y 40 metros cuadrados, cuando se utilizan de 8 a 14 cartuchos, con lo cual se consigue tratar un caudal de 40 litros por m<sup>2</sup>/hora, con ello se obtiene un suero con una concentración proteica de 10 veces su concentración inicial.

El cartucho está conformado por varios cientos de fibras huecas, paralelas, unidas en los extremos de la carcasa, figura No.4, los cartuchos pueden soportar altas presiones por ambos lados sin necesidad de recurrir a una estructura de apoyo.





### Concentrado de proteínas del suero

Las proteínas solubles en agua, que contiene la leche, pasan al suero, en el proceso de los quesos y son conocidas como lactoalbúminas y lactoglobulinas, que tienen como característica no precipitar o coagular mientras no sean desnaturalizadas por el calor.

Cuando la leche es calentada sobre los 85°C, parte de las proteínas del suero forman complejos con la caseína, por lo cual disminuyen la capacidad de ser atacadas por el cuajo y de ligar calcio. Cuando el calentamiento se realiza antes de la adición del cuajo, la cuajada no desuera bien, se tiene mucha humedad, debido al menor número de enlaces de caseína entre moléculas de albúminas y globulinas.

La lactoalbúmina es de un alto valor nutritivo, en su composición se encuentran todos los aminoácidos esenciales y por ello es utilizada en la industria de alimentos infantiles.

La globulina es la proteína más abundante en el suero e igualmente es un excelente alimento.

Las proteínas del suero se pueden recuperar en forma desnaturalizada o no. Para desnaturalizarlas se utiliza el calor, luego se cuajan para ser separadas por filtración y las no desnaturalizadas por ultrafiltración.

### Recuperación de las proteínas desnaturalizadas

Las proteínas del suero no son coaguladas por el cuajo y los ácidos, pero sí pueden ser coaguladas por los ácidos cuando las proteínas son desnaturalizadas por el calor.

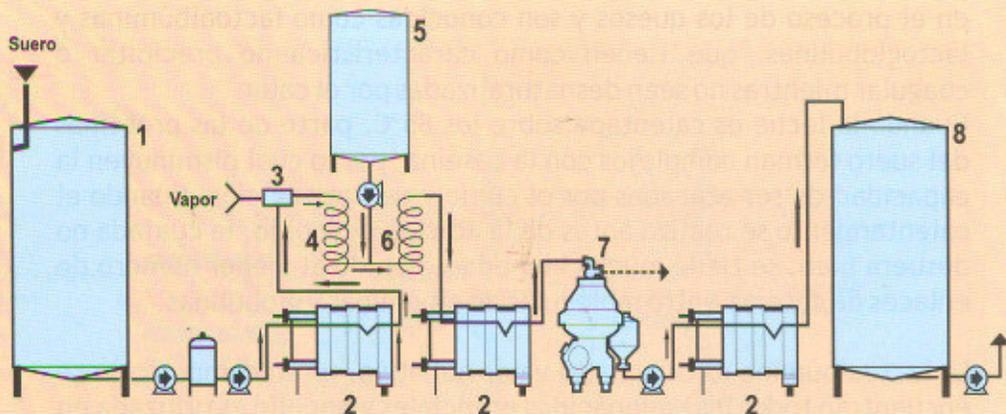
EL suero se concentra previamente por ultrafiltración, luego en el depósito regulador No.1 se ajusta el pH a 4.5 y de allí se bombea a través de un tanque intermedio hasta un intercambiador de calor de placas No.2, en el cual se calienta a 90 - 95 °C por medio de una inyección de vapor en forma directa No.3, antes de pasar a la sección tubular o de retención No.4 en donde debe permanecer de 3 a 4 minutos. Durante esta etapa se inyecta ácido láctico o clorhídrico, el cual proviene del tanque No.5.

Las proteínas que han sido desnaturalizadas por el calentamiento, coagulan en 60 segundos, en la sección tubular No.4. La masa total



## Cultura Láctea

- pasa a un enfriador de placas para bajar la temperatura a 40°C. Las proteínas coaguladas son separadas por filtración o centrifugación.



1. Depósito regulador.
2. Intercambiador de calor de placas.
3. Inyector de vapor.
4. Sección tubular de mantenimiento.
5. Depósito para ácido.
6. Sección tubular de mantenimiento.
7. Separadora centrífuga con eyección de sólidos.
8. Depósito para el concentrado proteínico.

**Figura No. 6**

Recuperación de las proteínas desnaturalizadas del suero

La masa pasa a una centrífuga clarificadora de eyección de sólidos, la cual descarga las proteínas acumuladas cada período de tiempo predeterminado. Este tipo de proteínas son utilizadas para la producción de quesos blandos y semiduros (requesón), para leches maternizadas en polvo, compotas, postres, petit suisse, alimentos para mascotas, etc. Las proteínas del suero están conformadas por aminoácidos en la siguiente proporción:

**Tabla No. 10**

Aminoácidos que conforman las proteínas del suero

Isoleucina	1.62 %
Lysina	2.31 %
Cystina	0.74 %
Tyrosina	0.81 %
Arginina	0.71 %
Alanina	1.30 %
Acido Glutámico	4.50 %
Prolina	1.70 %
Tryptophano	0.59 %

Leucina	2.81 %
Methionina	0.58 %
Fenilalanina	0.89 %
Threonina	1.64 %
Valina	1.46 %
Histidina	0.48 %
Acido Aspártico	2.86 %
Glycina	0.53 %
Serina	1.46 %



### Obtención de lactosa a partir del suero dulce

El otro producto derivado del suero en la ultrafiltración es el permeado, el cual es la fracción fluida, compuesta por agua, algunas sales y la lactosa de la leche.

El permeado es el mismo suero desproteínizado. La lactosa es el compuesto más abundante en la leche 4,6 a 5.2 %, de esta composición el 95 % pasa al suero en el proceso del queso.

Toda la lactosa que se consume en Colombia proviene de las importaciones y como COLANTA es la empresa con más producción de suero en este país, por lo tanto, tiene las mayores posibilidades para su producción.

La lactosa es un azúcar que solamente se encuentra en la leche de los mamíferos, en la naturaleza.

Químicamente es un disacárido, compuesto por dos azúcares de menor peso molecular, la glucosa y la galactosa.

Es un azúcar de poco dulzor, el más insípido de los azúcares conocidos. Su desdoblamiento se realiza por hidrólisis enzimática, con absorción de una molécula de agua.

Su fórmula química está compuesta por carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) como todos los carbohidratos así:  $C_{12} H_{22} O_{11} \cdot H_2O$

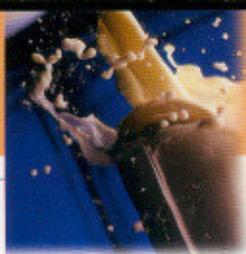
Es un polvo blanco cristalino, los cristales al microscopio aparecen en variadas figuras geométricas, translúcidas, poco soluble en agua, 10 veces menos soluble que la sacarosa, con un punto de fusión de 205°C. Es un azúcar reductor, reduce las soluciones de plata amoniacal y al reactivo de Fehling's, presenta las reacciones características de los grupos carbonilos.

La rotación específica de la alfa-D-lactosa es de + 90° y la B-lactosa es de + 35° y para ellas el valor de equilibrio es de 55°.

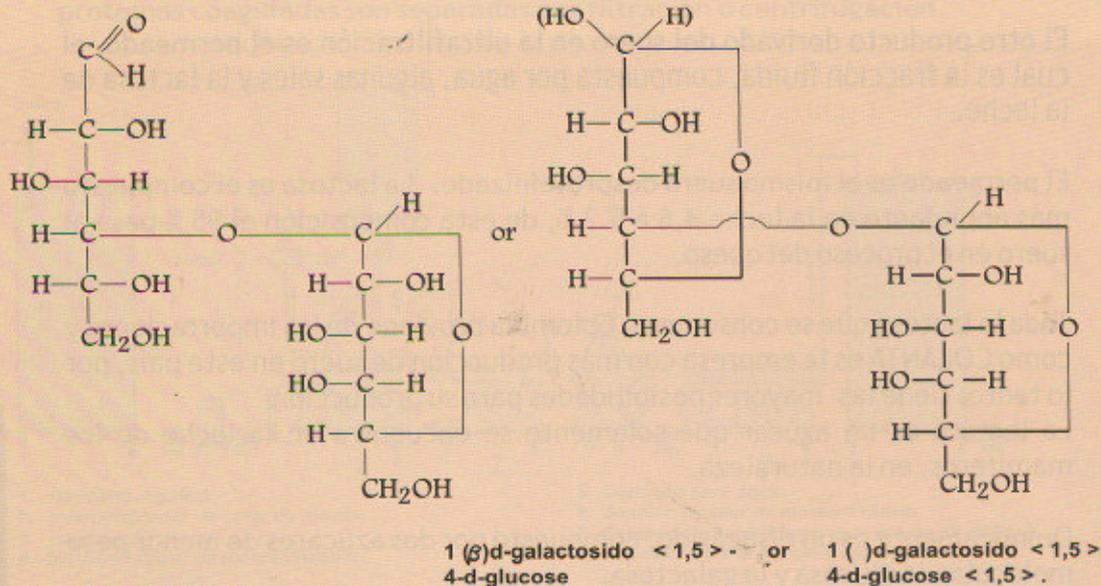
Para explicar el proceso de cristalización, debemos saber que en solución acuosa, la molécula de la lactosa, se presenta en forma Alfa y Beta.

Las formas Alfa y Beta de la lactosa se encuentran en la solución en una relación constante de 62% de Beta lactosa y 38 % de Alfa lactosa y en un equilibrio reversible, es decir que hay en la solución una transformación continua de la forma Beta a la forma Alfa y viceversa llamada mutarrotación.

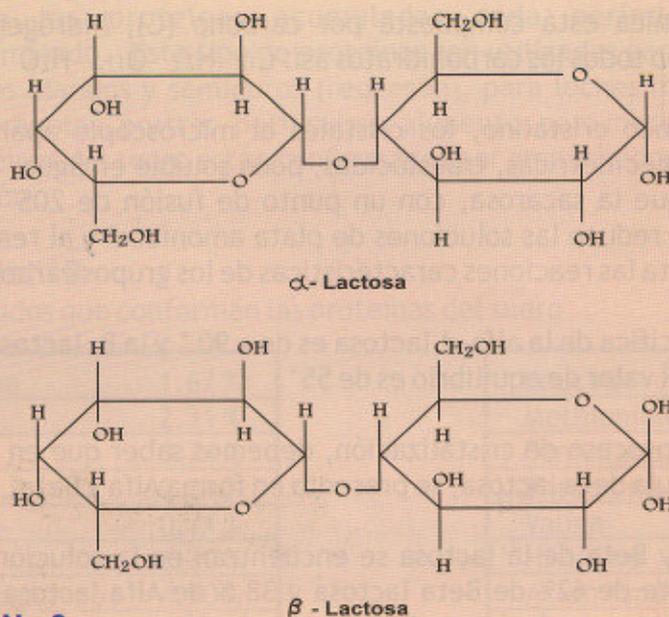




## Cultura Láctea



**Figura No.7**  
Fórmula estructural de la lactosa



**Figura No.8**  
Fórmula química a y b lactosa

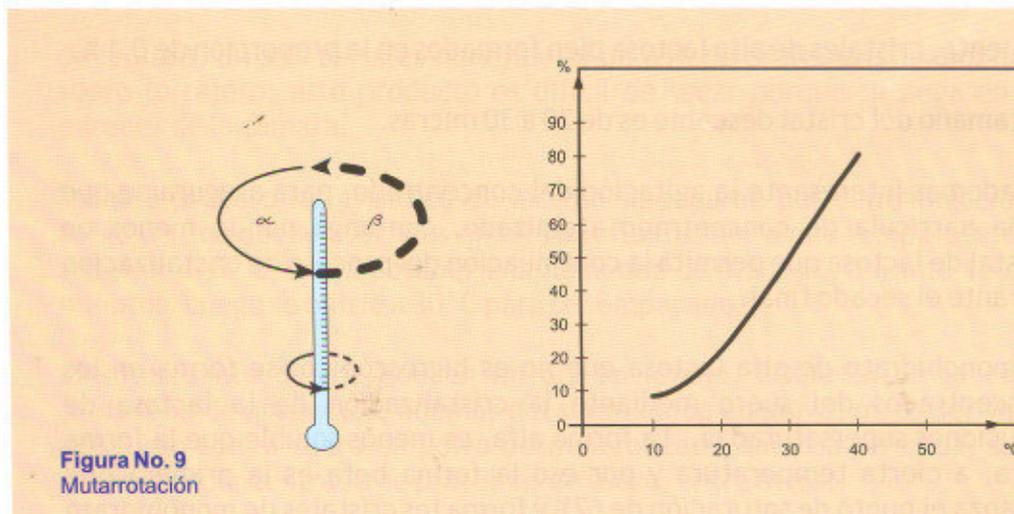


Figura No. 9  
Mutarrotación

Con el propósito de obtener una gran cristalización, se concentra el suero desproteínizado por encima del 40% de sólidos y se lleva caliente a un tanque de doble camisa, con agitación para el enfriamiento y la cristalización.

La rata de mutarrotación y la velocidad de la cristalización dependen directamente de la temperatura del concentrado, sin embargo la influencia de la temperatura es completamente opuesta para los dos fenómenos, mientras que la mutarrotación tiene lugar a temperaturas elevadas, la cristalización por el contrario, es más abundante a bajas temperaturas. Es por esto por lo que el grado óptimo de la formación de cristales de alfa lactosa, se debe a un adecuado control de temperatura.

Un enfriamiento rápido del suero concentrado ayuda a la cristalización pero disminuyendo la mutarrotación, el polvo obtenido será más higroscópico y pegajoso.

Para evitar lo anterior, se debe enfriar la solución en forma rápida hasta 30°C y luego rebajar 1°C por cada hora, hasta 15°C, lo cual permite una mutarrotación adecuada y una cristalización de más del 80% de la lactosa a la forma alfa monohidratada.

El contenido del tanque debe mantenerse con agitación para prevenir una viscosidad alta y mantener en suspensión los cristales formados, activar la sobre saturación de la beta lactosa y la mutarrotación a la forma alfa lactosa. Con el fin de promover la cristalización, se debe añadir en





## Cultura Láctea

- caliente, cristales de alfa lactosa bien formados en la proporción de 0.1 %.

El tamaño del cristal deseable es de 20 a 30 micras.

- Es además interesante la agitación del concentrado, para asegurarse que toda partícula de concentrado atomizado, contenga por lo menos un cristal de lactosa que permita la continuación del proceso de cristalización durante el secado final.

- El monohidrato de alfa lactosa que no es higroscópico, se forma en los concentrados del suero mediante la cristalización de la lactosa de soluciones supersaturadas. La forma alfa, es menos soluble que la forma beta, a cierta temperatura y por eso la forma beta es la primera que alcanza el punto de saturación de 62% y forma los cristales de monohidrato de alfa lactosa, cuya concentración de saturación es del 38 %.

Una vez obtenida la cristalización se separan los cristales de lactosa por un proceso de centrifugación.

La fracción líquida obtenida en la centrifugación y el lavado de los cristales se mezcla y se tratan como aguas madres, las cuales se secan en cámara secadora por atomización de ellas y se obtiene una lactosa técnica o lactosa amarilla empleada en confitería y como materia prima para fermentaciones.

Los cristales lavados se disuelven en agua caliente y la solución es tratada con carbón activado para decolorarla y purificarla, luego se concentra y cristaliza para obtener el tipo de lactosa purificada, no higroscópica, la cual es utilizada en la industria farmacéutica, como materia inerte para la fabricación de tabletas y para mezclar en polvo con vitaminas, colorantes y esencias.

La lactosa cristalizada también es obtenida en el proceso del suero en polvo, para ello se concentra el suero líquido hasta 50 a 60% de extracto seco, luego se lleva a 32 °C al tanque de cristalización, para ser enfriado lentamente, un grado por hora, hasta 15 °C y así obtener la cristalización de la alfa lactosa monohidratada.

El líquido que queda al separar la lactosa y las aguas del lavado de los cristales, para su purificación, se mezclan para concentrarlas y luego secarlas por atomización obteniéndose un producto que contiene un 33%

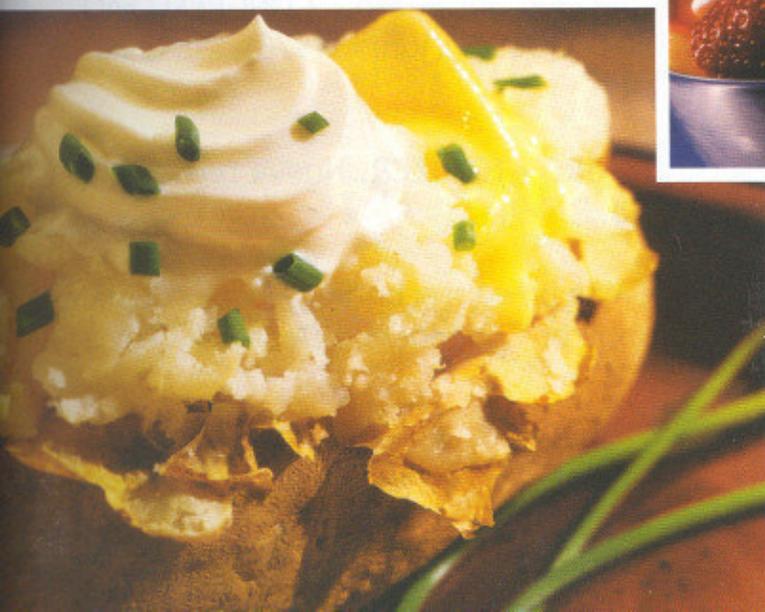




de lactosa, un 33% de sales minerales y un 33% de proteínas, denominado suero forrajero; este producto es difícil de secar porque se pega en las paredes de la cámara.

En este proceso los cristales de lactosa se separan por centrifugación y luego de lavados son secados en un vibrofluidizador a una temperatura no superior a 93°C, hasta obtener una humedad de 0.5 a 1%, durante 15 a 20 minutos. Luego se enfría a 30°C para ser empacado.

Es interesante pensar que en un día no lejano, COLANTA tenga en su portafolio de productos, además del suero dulce en polvo, otros derivados del suero como: suero en polvo desmineralizado, lactosa refinada, suero forrajero, concentrado de proteínas de suero, entre otros.





## Bibliografía

CABETAS, N. Y JIMÉNEZ PÉREZ, S. Unidad estructural de investigación de productos lácteos. Aplicación del suero de quesería en la fabricación del yogur, Agosto de 1992. P. 67 - 71.

MADRID VICENTE, Antonio. Equipo técnico de Alfa Laval Food Engineering AB, Madrid. P 333.

MADRID VICENTE, Antonio. Preparación por ultrafiltración, del concentrado de proteínas, a partir de suero lácteo. 1979. P. 1 - 4.

MORALES NAVAS, ROMERO STEVEZ, M. C. y JIMÉNEZ PÉREZ, S. El suero de quesería en la industria alimentaria. En: Alimentación, equipos y tecnología. No. 6 ( Jul.-Ago. 1992 ); p. 45-49.

SILVIA S. , Regina. El suero de la leche. Un Producto natural de la leche, volumen No. 1 (1998) ; P. 4.

VAGN WESTERGAARD. Utilización del suero, secado por atomización en la producción del queso. CONGRESO FAO SOBRE PRODUCCIÓN DE QUESO (junio 1978), Valdivia, Chile. P.43.

VAGN WESTERGAARD, NIRO ATOMIZER. Nueva tecnología del suero en polvo . 1988. P. 7-9.

VAGN WESTERGAARD. Milk power technology evaporation, spray Drying - Niro Atomizer Copenhagen Denmark. 1 ed. 1984.