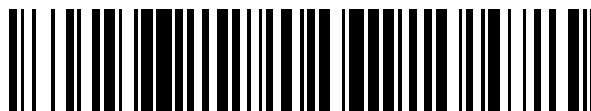


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 428**

51 Int. Cl.:

**A23C 21/00** (2006.01)

**A23C 1/00** (2006.01)

**C07H 3/04** (2006.01)

**C13K 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2016 PCT/EP2016/061976**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16193138**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2016 E 16729209 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3302080**

54 Título: **Cristalización de lactosa en dos pasos**

30 Prioridad:

**29.05.2015 DK 201500313**  
**07.08.2015 DK 201500449**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.05.2019**

73 Titular/es:

**SPX FLOW TECHNOLOGY DANMARK A/S**  
**(100.0%)**  
**Østmarken 7**  
**2860 Søborg, DK**

72 Inventor/es:

**ANDERSEN, GERT;**  
**SCHØNFELDT, HENRIK y**  
**WAGNER, PETER**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 712 428 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Cristalización de lactosa en dos pasos

## 5 Campo de la invención

La solicitud se refiere, generalmente, a un método para obtener lactosa sólida a partir de una o más soluciones acuosas que comprenden lactosa y una disposición configurada para ejecutar el método.

10 Más específicamente, la invención se refiere a un método para obtener lactosa sólida derivada de suero o permeado de suero.

La invención se describe con la ayuda de un método para obtener un producto sólido de lactosa cristalizada.

## 15 Antecedentes de la invención

La cristalización es una etapa de procesamiento importante en la fabricación de monohidrato de alfa lactosa a partir de soluciones líquidas, en particular soluciones de suero. La recuperación eficiente de monohidrato de alfa lactosa es un tema importante para la industria y, en particular, para la industria láctea. Durante la cristalización, la lactosa se pierde, típicamente, en una o más corrientes de desechos, lo que reduce el rendimiento de lactosa. Típicamente, el licor madre comprende aproximadamente de 17 % a 21 % de lactosa en peso de sólidos totales, que con frecuencia no se recupera sino que se desecha.

20 En la técnica, se conoce como reciclar continuamente algunas de las corrientes de desecho de lactosa. Por ejemplo, el agua de lavado durante el tamizaje algunas veces se recicla, ya que es muy pura.

El documento WO2014141164 describe un método para obtener lactosa a partir de una fuente líquida que contiene lactosa que comprende proporcionar una fuente líquida que contiene lactosa, cristalizar la lactosa en la fuente líquida que contiene lactosa para generar una o más corrientes líquidas que contienen lactosa, obtener un extracto que contiene lactosa a partir de una o más corrientes líquidas que contienen lactosa, mediante el sometimiento de la una o más corrientes líquidas que contienen lactosa a filtración para eliminar células, proteínas, polipéptidos, polisacáridos, lípidos, iones o sales. El método incluye, además, procesar las corrientes líquidas que contienen lactosa mediante el uso de al menos la separación mediante nanofiltración, ultrafiltración y/o centrifugación y reciclar continuamente el extracto que contiene lactosa en la fuente líquida que contiene lactosa. El documento US 4 404 038 describe un proceso y la instalación para producir cristales de lactosa. El documento WO 02/50089 describe el método para la purificación de lactosa. El documento US 2 778 750 se refiere a la purificación de suero mediante intercambio iónico para la preparación de lactosa. Y.K. Guu y otros, Journal of Food Science, Vol.57, No.3, 1992, páginas 735-739, describe cómo la concentración por nanofiltración afecta la eficacia de la cristalización de la lactosa.

40 Sin embargo, el licor madre típicamente comprende aproximadamente 32 % en peso de los sólidos totales (TS). Tanto el licor madre como el agua de lavado comprenden, además, residuos de células, proteínas, polipéptidos, lípidos, iones, sales, así como también la lactosa remanente. Por lo tanto, cuando una fracción alta de la solución que comprende lactosa se recicla continuamente, el nivel de impurezas aumenta a un nivel indeseable. Por lo tanto, típicamente, solamente se recupera una pequeña parte de la lactosa a partir del licor madre y del agua de lavado. El resto se descarta como desecho.

45 Los presentes inventores comprendieron ahora que el rendimiento global de lactosa puede aumentarse significativamente con la misma calidad del producto si el licor madre y/o el agua de lavado se reciclan en un proceso por lotes, de acuerdo con la presente descripción.

## 50 Breve descripción de la invención

La invención se refiere al método para obtener lactosa cristalizada, en donde el licor madre y, cuando está presente, el agua de lavado se recolectan primero en una reserva. Posteriormente, el licor madre y, opcionalmente, el agua de lavado, se someten a un proceso por lotes para una purificación adicional, para generar, de esta manera, una reserva de una solución acuosa que comprende lactosa, que puede usarse adicionalmente como una solución acuosa que comprende lactosa en un proceso de cristalización de lactosa.

60 En una modalidad la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), que comprende: i) en un primer paso de cristalización (II): someter una solución acuosa que comprende lactosa a un proceso de cristalización de lactosa (9-12) para obtener lactosa cristalizada (14) y un licor madre (15), y, opcionalmente, lavar la lactosa cristalizada (11, 12), para generar, de esta manera, uno o más lotes de agua de lavado que comprende lactosa (16, 17); recolectar el licor madre (15) y, cuando está presente, uno o más lotes de agua de lavado (16, 17), obtener, de esta manera, una primera solución de reserva de una solución de lactosa del primer paso de cristalización; ii) realizar en un proceso por lotes (19-21) en la primera solución de reserva un paso de concentración (IV) que comprende la desmineralización (20) de la solución de lactosa del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización, y iii) concentrar (21) la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización y,

5 obtener, de esta manera, una solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización; y iv) recolectar la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización y, de esta manera, obtener una segunda solución de reserva (23) que comprende la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización, y v) en la segunda solución de reserva de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización realizar un segundo paso de cristalización (II) independientemente del primer paso de cristalización.

10 Otra modalidad se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde en el segundo paso de cristalización se somete a la segunda solución de reserva al proceso de cristalización de lactosa (9-12) para obtener una lactosa cristalizada de un segundo paso de cristalización (14) y un licor madre de un segundo paso de cristalización (15) y, opcionalmente, lavar dicha lactosa cristalizada en un segundo paso de cristalización (11, 12) para generar, de esta manera, uno o más lotes de agua de lavado que comprende lactosa (16, 17) y, opcionalmente, recolectar dicho licor madre de un segundo paso de cristalización (15) y, cuando están presentes, uno o más lotes de agua de lavado de un segundo paso de cristalización (16, 17), para obtener, de esta manera, una primera reserva de una solución de lactosa de un  
15 segundo paso de cristalización.

En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde el segundo paso de cristalización (II) se repite al menos una vez como un paso de cristalización posterior (II).

20 En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la primera solución de reserva de dicho segundo paso de cristalización se somete posteriormente en un proceso por lotes (19-21) al paso de concentración (IV) al menos una vez.

25 En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde se permite que la cristalización de la lactosa continúe hasta que al menos el 50 % de la lactosa total presente en la solución acuosa, que comprende lactosa o cualquiera de las soluciones de reserva del primer, segundo o posterior paso de cristalización, se cristalice.

30 Se describe que un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde cualquier primera reserva de la solución de lactosa del primer, segundo o posterior paso de cristalización se pasteuriza (19) antes de la desmineralización (20) en el paso de concentración (IV).

35 En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la primera solución de reserva de la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización o del segundo paso de cristalización, se recolectan en un tanque colector (22) antes de someterse a una concentración (21) y cristalización adicional en el segundo o posterior paso de cristalización (II) para obtener lactosa cristalizada.

40 En una modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde al menos dos lotes de soluciones de lactosa del primer paso o del segundo paso se combinan en el tanque colector (22) antes de someterse a la concentración (21) y a la cristalización en el paso de cristalización (II) posterior para obtener la lactosa cristalizada.

45 En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la solución acuosa que comprende lactosa es suero o permeado de suero (1). En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la desmineralización (20) se realiza mediante nanofiltración.

Además, se describe que un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la lactosa cristalizada se deseca adicionalmente en una etapa de tratamiento posterior (III).

50 En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde el suero o el permeado de suero se somete a una etapa de tratamiento previo (I), de esta manera se obtiene una solución acuosa que comprende lactosa.

55 En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la etapa de tratamiento previo (I) comprende al menos a) purificar el suero o permeado de suero para eliminar uno o más de proteínas, polipéptidos, polisacáridos o lípidos, y b) concentrar el suero o el permeado de suero.

En otra modalidad, la invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la purificación del suero o del permeado de suero (a) se realiza mediante ultrafiltración.

60 Además, se describe un método para obtener lactosa cristalizada (14), en donde la concentración (b) se realiza mediante evaporación.

65 En otra modalidad, la invención se refiere a una disposición (30) para obtener lactosa cristalizada (14) a partir de una solución acuosa que comprende lactosa, la disposición comprende una línea de cristalización de lactosa (33) configurada para obtener lactosa cristalizada a partir de la solución acuosa que comprende lactosa como un precipitado (9, 10) y uno o más lotes del licor madre (15) y, opcionalmente, uno o más lotes de agua de lavado (16, 17) a partir del lavado y de la

separación de la lactosa cristalizada precipitada (11, 12); en donde la disposición (30) comprende, además, una línea de reciclado para el licor madre (31) configurada para ejecutar, en un proceso por lotes, el paso de concentración (IV) en la primera solución de reserva del primer o posterior paso de cristalización de lactosa, que comprende un primer tanque colector (18), configurado para recolectar el uno o más lotes del licor madre (15) y, opcionalmente, el uno o más lotes de agua de lavado (16, 17), para obtener, de esta manera, una primera reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización, y acumular ésta en una reserva, una unidad de desmineralización (34), configurada para desmineralizar (20) la primera reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización; una unidad de concentración (36), configurada para concentrar (21) la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa del primer paso de cristalización desmineralizada y concentrada, un tercer tanque colector configurado para recolectar la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización; al menos una bomba (37) para bombear la solución acuosa que comprende lactosa a través de la disposición (30) y un controlador (38) configurado para ejecutar un método de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores de la invención, en donde el primer tanque colector (18), la unidad de desmineralización (34), la unidad de concentración (36) y el tercer tanque colector (23) se disponen secuencialmente en una vía de flujo sobre la línea de reciclado (31) del licor madre, lo que permite que la primera solución de reserva de la solución de lactosa del primer, segundo o posterior paso de cristalización atraviese la línea de reciclado (31) del licor madre en un proceso por lotes, para acumular, de esta manera, la segunda reserva de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer, segundo o posterior paso de cristalización en una cantidad suficiente para usar en un paso de cristalización de lactosa (II) posterior.

En otra modalidad, la invención se refiere a una disposición (30), en donde la línea de reciclado del licor madre (31) comprende, además, una unidad de pasteurización (35), configurada para pasteurizar (19) la primera solución de reserva del primer o posterior paso de cristalización; en donde la unidad de pasteurización (35) se ubica después del primer tanque colector (18) en la vía de flujo.

En otra modalidad, la invención se refiere a una disposición (30), en donde la línea de reciclado del licor madre (31) comprende, además, un segundo tanque colector (22), configurado para recibir y acumular la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización antes de transferir la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización a la línea de cristalización de lactosa (33).

En otra modalidad, la invención se refiere a una disposición (30), en donde el controlador (38) se configura para permitir la cristalización de la lactosa hasta que al menos el 50 % de la lactosa total presente en la solución acuosa que comprende lactosa, se cristalice.

Para aquellos expertos en la técnica a los que se refiere la invención, muchos cambios en la construcción y diferentes modalidades y aplicaciones de la invención se sugerirán sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. El descubrimiento y las descripciones en la presente descripción son puramente ilustrativos y no pretenden ser limitantes en ningún sentido.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un método para obtener lactosa cristalizada y el equipo configurado para ejecutar el método. El método comprende obtener inicialmente, a partir de un proceso de cristalización de lactosa, licor madre y agua de lavado generados en ese proceso. El licor madre y el agua de lavado que se obtienen se recolectan y no se descartan. Posteriormente, el licor madre y el agua de lavado recolectados se someten a purificación y concentración en un proceso por lotes, contrario a los procesos continuos conocidos, que se realizan independientemente del proceso de cristalización de lactosa. Las soluciones acuosas que comprenden lactosa que se obtienen como un resultado del proceso de purificación y concentración independiente, en consecuencia, comprenden cantidades disminuidas de las impurezas usualmente comprendidas en los subproductos del proceso de cristalización de lactosa. Después, la solución acuosa que comprende lactosa puede recolectarse y reutilizarse como una fuente de lactosa en un proceso de cristalización de lactosa, ya sea en el mismo equipo del proceso que suministró el lote original o en un equipo separado.

#### Breve descripción de las figuras

Una modalidad representativa de la presente invención se ilustra a manera de ejemplo en los dibujos adjuntos en los que números de referencia similares indican los mismos elementos o elementos similares.

Figura 1: Diagrama de flujo de la cristalización de lactosa a partir de suero o permeado de suero de acuerdo con una de las modalidades de la invención, en donde una primera reserva de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso y/o cualquier solución de lactosa de un segundo o posterior paso entra nuevamente en la etapa de concentración (IV) en un proceso por lotes como se describe en la presente descripción.

Figura 2: Diagrama de flujo de la cristalización de lactosa a partir de suero o permeado de suero de acuerdo con una de las modalidades de la invención, en donde la segunda reserva de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de concentración y/o las soluciones de lactosa del segundo o posterior paso entran nuevamente en la etapa de concentración (IV) en un proceso por lotes, en donde la solución de lactosa del primer paso de concentración

y/o la solución de lactosa del segundo paso de concentración se recolectan en un tanque colector antes de la concentración.

Figura 3: Una disposición para ejecutar el método de acuerdo con la invención.

5

Descripción detallada de la invención

10 El método para obtener un producto sólido de lactosa cristalizada a partir de una solución acuosa que comprende lactosa se describe más abajo con referencia a los dibujos, Figuras 1, 2 y 3. Los procesos y la disposición que se describen en los diagramas de flujo pretenden ser una ilustración del concepto inventivo, y la persona experta será capaz de hacer modificaciones de estos, siguiendo el contenido de la presente descripción, sin apartarse del concepto inventivo descrito.

15 La presente invención se refiere a un método para obtener lactosa cristalizada (14), que comprende: i) en un primer paso de cristalización (II) someter una solución acuosa que comprende lactosa a un proceso de cristalización de lactosa (9-12) para obtener lactosa cristalizada (14) y un licor madre (15), y, opcionalmente, lavar dicha lactosa cristalizada (11, 12), para generar, de esta manera, uno o más lotes de agua de lavado que comprende lactosa (16, 17), recolectar el licor madre (15) y, cuando están presentes, el uno o más lotes del agua de lavado (16, 17) para obtener, de esta manera, una primera solución de reserva de una solución de lactosa del primer paso de cristalización; ii) realizar en un proceso por lotes (19-21) en la primera solución de reserva un paso de concentración (IV) que comprende la desmineralización (20) de la solución de lactosa del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización, y iii) concentrar (21) la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización para obtener, de esta manera, una solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización; y iv) recolectar la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización para obtener, de esta manera, una segunda solución de reserva que comprende la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización; y v) en la segunda solución de reserva realizar un segundo paso de cristalización (II) independientemente del primer paso de cristalización (II).

20 La lactosa cristalizada en el contexto de la presente invención se refiere, preferentemente, a monohidrato de alfa lactosa. Las soluciones acuosas que comprenden lactosa pueden ser suero, permeado de suero o permeado de suero tratado previamente como se detalla a adicionalmente más abajo.

25 En la técnica, se conoce diversas maneras de cristalizar lactosa a partir de soluciones acuosas. Por ejemplo, la lactosa puede cristalizarse a temperatura ambiente mediante la evaporación de agua o mediante calentamiento y posterior enfriamiento de la lactosa cristalizada. Puede usarse cualquier método adecuado para la cristalización de lactosa sin apartarse del alcance de la invención, ya que la invención se refiere principalmente a las formas de reciclar las soluciones que contienen lactosa, en particular el licor madre y/o el agua de lavado.

30 En la industria, existe una demanda constante de los procesos de cristalización de lactosa de alto rendimiento. En el proceso mejorado de la invención, la segunda solución de reserva que comprende lactosa se recupera en un proceso por lotes y no de manera continua.

35 Como el licor madre en general comprende cantidades significativas de proteínas, minerales y minerales, las impurezas se acumulan en las soluciones de la técnica anterior y los precipitados de la lactosa cristalizada de esta manera, disminuyen la pureza en el producto final. Los volúmenes del licor madre y el agua de lavado son significativamente más pequeños y se introducen constantemente en el equipo durante el proceso continuo, de esta manera, entran nuevamente en la línea de cristalización de lactosa, no solo la lactosa restante sino, además, las impurezas.

40 Por lo tanto, cualquier método continuo de reciclado del licor madre o del agua de lavado no es óptimo, especialmente en la preparación de lactosa para los usos en donde es conveniente una alta pureza, tal como en la fórmula para infantes.

45 De acuerdo con la invención, es ventajoso recolectar todo el licor madre y/o el agua de lavado como una reserva. Una primera reserva, en el contexto de la presente descripción, significa que el licor madre y el agua de lavado se extraen del proceso de cristalización de lactosa y se recolectan en un recipiente adecuado (por ejemplo, un tanque colector I del licor madre y del agua de lavado) como una primera solución de reserva que comprende lactosa. De esta manera, todo el licor madre y el agua de lavado que se obtiene en el paso de cristalización (II) se recolectan como una reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización y se reutilizan en un proceso por lotes como la segunda reserva de la solución de lactosa del primer y/o segundo paso de cristalización que se reincorpora al proceso de cristalización posterior (II).

50 Tradicionalmente, puede obtenerse un rendimiento de hasta 69-70 % mediante un proceso de cristalización de lactosa de un solo paso sin recirculación del licor madre o del agua de lavado.

55 En una técnica anterior, esta cantidad se incrementó mediante la circulación del agua de lavado del tamiz, nuevamente hacia el proceso, sin embargo, para evitar la acumulación de impurezas, solamente una parte relativamente pequeña de la lactosa en el licor madre y en el agua de lavado pueden recircularse continuamente en el proceso. El resto se descartó como desecho.

65

De acuerdo con la presente invención, preferentemente, todo el licor madre y, opcionalmente, el agua de lavado se recolectan para obtener una primera reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización y/o del segundo o posterior paso de cristalización, purificada, recolectada como una segunda reserva y se devuelve al proceso de cristalización, por ejemplo, mediante la corrida en el mismo equipo del proceso como en el primer paso de cristalización (II). Cuando se usan un paso de concentración (IV) y un paso de cristalización posterior (II), es posible aumentar significativamente el rendimiento con la misma calidad del producto.

Como se detalla de acuerdo con la presente invención, la solución de lactosa del segundo paso de cristalización se somete adicionalmente a un paso de concentración (IV) y a un paso de cristalización posterior (II) al menos una vez.

Puede acumularse una segunda solución de lactosa de reserva a partir de cualquier número de pasos de concentración posteriores (IV) hasta que se alcance el volumen conveniente. El volumen debe ser suficiente para la corrida en el equipo designado y no es limitante en la presente invención.

Una vez que la primera solución de reserva del primer paso de cristalización se desmineraliza y concentra, es adecuada para entrar de nuevo en el proceso de cristalización, que, de acuerdo con la presente descripción, se realiza después de que la solución de lactosa desmineralizada y concentrada se recolecta como una segunda solución de reserva.

De acuerdo con la invención, más del 70 %, preferentemente, más del 75 %, con mayor preferencia, más del 80 %, con mayor preferencia, más del 85 %, con mayor preferencia, más del 90 %, con mayor preferencia, más del 95 %, de la lactosa presente en la primera solución de reserva del primer paso de cristalización puede recuperarse siguiendo el método de la invención. Mediante la realización del método de la invención, se pierde poca o ninguna lactosa como desecho. De acuerdo con el principio de la invención, es posible recolectar el licor madre y el agua de lavado de los pasos de cristalización posteriores y adicionales para obtener soluciones de reserva adicionales que comprenden lactosa después de repetir el paso de concentración (IV) y el paso de cristalización (II).

Como se detalló, se describe un método, en donde la solución de lactosa del primer paso de cristalización o cualquiera de las soluciones de lactosa de los pasos de cristalización posteriores que se obtienen durante uno o más pasos de concentración repetidos (IV) se recolectan, ventajosamente, como una segunda solución de reserva y se acumulan en un tanque para el licor madre y el agua de lavado (18) antes de cada paso de cristalización (II) ejecutado como un proceso por lotes.

Como se detalló adicionalmente, un método, en donde la cristalización de la lactosa se deja proceder hasta que al menos el 50 % de la lactosa presente en la solución acuosa que comprende lactosa, o cualquier solución de lactosa de los primeros o posteriores pasos de cristalización, se cristalice. Preferentemente, se permite que la cristalización proceda hasta que al menos el 55 %, al menos el 60 %, al menos el 65 % o al menos el 70 % del total de lactosa presente en la solución acuosa que comprende lactosa o cualquier solución de lactosa de los primeros o posteriores pasos de cristalización, se someten a cristalización. Además, preferentemente, la cristalización se termina antes de que al menos el 85 %, preferentemente al menos el 80 % de la lactosa total presente en la solución acuosa que comprende lactosa o cualquier solución de lactosa de los primeros o posteriores pasos de cristalización, se cristalice.

La cristalización de las soluciones acuosas que comprenden lactosa en tanques de cristalización como se detalla en la técnica anterior es un proceso lento, típicamente basado en el enfriamiento del permeado de suero decolorado y concentrado mediante un enfriamiento rápido inicial, seguido por un enfriamiento lento posterior a aproximadamente 1 °C por hora.

En la técnica anterior para maximizar el rendimiento de la lactosa a partir de la cristalización, se asigna un tiempo máximo a la etapa de cristalización, típicamente en exceso de 20 horas. Un problema de los métodos de cristalización de la técnica anterior es que una parte de la lactosa inicialmente presente que después de la cristalización todavía está en solución (solvatada) o presente como cristales muy pequeños (suspendidos) no se recuperará en el aislamiento posterior de cristales de lactosa en condiciones industriales, y por lo tanto va a los desechos con el licor madre y el agua de lavado.

La presente invención es altamente eficaz en recuperar y obtener, mediante la cristalización adicional, una gran parte de esta lactosa, porque la segunda reserva de la solución de la lactosa purificada y concentrada del primer paso de cristalización y/o de los pasos de cristalización posteriores no solo comprenderán lactosa solvatada sino además, lactosa suspendida, que se recicla en el proceso de cristalización como un lote después de la concentración hasta concentraciones de lactosa suficientemente altas para un crecimiento eficiente de los cristales. Tal concentración es posible solamente cuando se recolectan cantidades suficientes de licor madre y agua de lavado, y de acuerdo con la presente descripción, puede hacerse, por ejemplo, en un tanque colector (18) de agua de lavado y licor madre.

El método sugerido por la presente invención permite la posibilidad de diferenciar la cristalización de cada paso de cristalización posterior (II). Debido a que la mayor parte de la lactosa de la segunda reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización se recupera en un paso de cristalización posterior (II), ya no es tan importante maximizar el rendimiento del primer paso de cristalización (II). Esto significa que es posible acortar el tiempo de cristalización durante el primer paso de cristalización (II). Por ejemplo, esto puede permitir el uso del tiempo restante para el paso de cristalización posterior (II), de modo que no se requiere capacidad adicional en los tanques de cristalización, incluso

cuando se usa la capacidad para el segundo paso mientras aún se obtiene un mayor rendimiento general. Si se reserva una capacidad adicional para la cristalización para el paso posterior, entonces esto aumentará aún más el rendimiento general.

5 El paso de cristalización posterior (II) se realiza generalmente en el mismo equipo que el primer paso de cristalización (II). Esto es una ventaja adicional del método porque el rendimiento de la lactosa puede aumentarse significativamente sin proporcionar más tanques de cristalización o equipos adicionales. Sin embargo, una segunda línea dedicada al reciclado (24) es igualmente útil, donde se enfoca el alto rendimiento en lugar del costo del equipo.

10 La mezcla que se obtiene durante el paso de concentración (IV) se recolecta en un tanque colector II (23) que comprende una segunda solución de reserva. Además, la mezcla entra en el siguiente paso de cristalización independientemente de la mezcla que se obtiene durante el primer paso de cristalización (II). El punto de entrada tiene una conexión (8); la conexión puede ser, por ejemplo, una válvula, pero debe entenderse que es posible cualquier conexión adecuada y el tipo de conexión no es limitante de ninguna manera para la invención.

15 De acuerdo con los métodos adecuados de la técnica anterior de cristalización de lactosa y repetidos en la presente descripción a manera de ejemplo, el permeado concentrado en un evaporador en la etapa (9) puede enfriarse hasta al menos 55 °C, con mayor preferencia a 60 °C, en un refrigerador rápido incorporado junto con el evaporador y se mantiene a esta temperatura durante el llenado del tanque(s) de cristalización. Cuando un tanque está lleno, la temperatura se disminuye en aproximadamente 3 °C por hora, hasta que se alcanza una temperatura de aproximadamente 30 °C. Después, la velocidad de enfriamiento se regula a aproximadamente 1.5 °C por hora, hasta que la temperatura alcanza los 15 °C. Si se llena un tanque a través del fondo, la temperatura del tanque se ajusta aproximadamente a la temperatura del líquido que sale en el momento. Cuando comienza el enfriamiento, por ejemplo, el enfriamiento mediante el agua de la torre, se usa para bajar la temperatura al máximo posible. Otras técnicas de enfriamiento son igualmente adecuadas. Como se conoce en la técnica, esto resultará en la precipitación de monohidrato de alfa lactosa con una buena calidad del producto.

La temperatura de enfriamiento así como también el tiempo de enfriamiento pueden cambiarse si es necesario, como es conocido por el experto en la técnica.

30 El licor madre (15), como se conoce, es esa parte de una solución, que sobra después de la cristalización. Típicamente, el licor madre comprende lactosa solvatada y un número de impurezas. Por lo tanto, recircular continuamente el licor madre en el proceso, típicamente, resulta en una cantidad cada vez mayor de impurezas. Además, el agua de lavado usada para lavar la lactosa cristalizada comprenderá ambas, la lactosa y las impurezas, lo que presenta los mismos problemas, con respecto al reciclado, que el licor madre.

35 Para superar las limitaciones anteriores, los presentes inventores sugieren que el licor madre (15) y uno o más lotes del agua de lavado (16, 17) se recolecten para obtener una solución de reserva que comprende lactosa, para generar, de esta manera, la primera solución de reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización. Y en la primera solución de reserva realizar, en un proceso por lotes (18-21), un paso de concentración (IV) que comprende la desmineralización (20) de la solución de lactosa del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer y/o segundo o posterior paso de cristalización, seguido de la concentración (21) de la solución de lactosa desmineralizada del primer y/o segundo o posterior paso de cristalización, para obtener, de esta manera, una solución de lactosa concentrada y desmineralizada del primer y/o segundo o posterior paso de cristalización de la solución que comprende lactosa.

40 En los dibujos (Figura 1 y 2) se ejemplifica que la concentración (21) de la solución acuosa desmineralizada que comprende lactosa se realiza en un equipo dedicado del proceso durante el paso de concentración ejecutado por lotes (IV); pero debe entenderse que puede realizarse en un equipo para la concentración de la solución acuosa que comprende lactosa durante la etapa de tratamiento previo (I), o cualquier otro equipo adecuado. Cuando se hace esto, se suspende el paso primario/primer de cristalización.

45 Un proceso por lotes en el contexto de la solicitud significa que el licor madre y, opcionalmente, el agua de lavado no entran en el proceso de cristalización de lactosa de manera continua, sino que se recolectan para obtener una primera solución de reserva que contiene lactosa y se someten en un proceso por lotes a las etapas de desmineralización (20) y cristalización (21) adicionales, seguido por una recolección posterior como una segunda solución de reserva antes de entrar nuevamente al proceso de cristalización de lactosa independientemente del primer proceso de cristalización.

50 La lactosa cristalizada después de la cristalización (9) puede, por ejemplo, en una modalidad, inicialmente separarse en un decantador (10), en donde el licor madre separado (15) contiene la mayoría de los minerales. El licor madre (15) se recolectará, típicamente, en un tanque colector de licor madre y de agua de lavado I (18) antes de mezclar el licor madre y el agua de lavado (16, 17) como una primera solución de reserva.

55 Como se ejemplificó, es posible lavar los cristales que se obtienen a partir de la etapa de cristalización (9) en un decantador.

Opcionalmente, puede hacerse un lavado adicional (12) en un tanque conectado a un decantador. De esta manera, el agua de lavado (16) puede recolectarse, además, en el tanque colector de agua de lavado y de licor madre (18) para, de esta manera, mezclar directamente estos líquidos.

5 En el método, los cristales del tanque y del decantador (11) se separan en una etapa de separación (12), típicamente, mediante centrifugación con tamiz que comprende opcionalmente, además, un tanque en el frente, y el agua de lavado (17) formada durante este proceso después puede recolectarse en un tanque colector de agua de lavado y de licor madre (18).

10 La concentración de la solución de lactosa desmineralizada del primer y/o segundo, o posterior paso de cristalización puede realizarse mediante diversas técnicas, por ejemplo, mediante la evaporación del componente acuoso como se conoce en la técnica.

15 Como se detalló, se describe un método, en donde la solución de lactosa del primer paso de cristalización o el segundo paso de cristalización se pasteuriza (19) antes de la desmineralización (20) en el paso de concentración (IV).

20 Los métodos de pasteurización conocidos del estado de la técnica son adecuados para usar en el método de acuerdo con la invención. De acuerdo con una de las modalidades de la presente invención, la solución de lactosa del primer paso de cristalización o del segundo o posterior paso de cristalización puede calentarse y enfriarse antes de que se desmineralice (20).

25 La pasteurización (19) puede tener lugar, por ejemplo, en un intercambiador de calor de placas regenerativas mediante calentamiento indirecto con producto y con agua caliente calentada por vapor. La mezcla del licor madre y el agua de lavado se mantiene después a aproximadamente entre 70 °C y 80 °C, con mayor preferencia a 71 °C y 69 °C, con mayor preferencia a 72 °C y 68 °C, con mayor preferencia a 73 °C y 76 °C, con mayor preferencia a 75 °C en una celda de retención, durante el tiempo suficiente para efectuar la pasteurización. Durante la pasteurización se disolverán los pequeños cristales de lactosa remanentes.

30 Después de la pasteurización (19), la solución de lactosa del primer paso de cristalización o del segundo o posterior paso de cristalización, se enfrían, por ejemplo, en el intercambiador de calor.

35 Como se detalló, se describe un método, en donde la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización o el segundo o posterior paso de cristalización, se recolecta en un tanque colector (22) antes de experimentar la concentración (21) y la cristalización en el siguiente paso de cristalización posterior (II) para obtener lactosa cristalizada.

La recolección de la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización y/o del segundo o posterior paso de cristalización en el tanque colector, como una reserva, permite operar tanto el primer paso de cristalización (II) como cualquiera de los pasos de cristalización posteriores (II) en la misma línea de producción.

40 Dado que con cada lote que pasa el paso de cristalización (IV) la cantidad de agua se disminuye por concentración; a menudo será ventajoso combinar soluciones de lactosa del tercer paso y posteriores a partir de numerosas líneas de proceso, o corridas de proceso, en un tanque colector (22) separado y dedicado hasta que se recolecte un volumen suficiente de soluciones de lactosa del tercer paso o posteriores; cuyo volumen suficiente permite un uso eficiente de los tanques de cristalización disponibles en las instalaciones de producción donde se ha implementado el método de la invención.

50 En consecuencia, en una modalidad, la presente invención comprende combinar al menos dos lotes de la solución de lactosa del primer o del segundo o posteriores pasos de cristalización en el tanque colector (22) antes de experimentar la concentración (21) y la cristalización en el siguiente paso de cristalización posterior (II) para obtener lactosa cristalizada.

Como se detalló, se describe un método en donde la solución acuosa que comprende lactosa es suero o permeado de suero (1).

55 Igualmente adecuado es el suero de los procesos lácteos, por ejemplo, el suero de mozzarella, el suero de queso duro y el suero de queso semiduro. Por ejemplo, el suero entrante a partir de la fabricación de queso puede procesarse inicialmente mediante métodos separados, como se conoce en la técnica y, por lo tanto, no se describe en esta solicitud. Una vez que el suero se trata previamente mediante los procedimientos conocidos en la técnica para generar el suero semipurificado adecuado para la filtración, es adecuado para usar en el método de la presente invención.

60 Como se detalló, se describe un método, en donde la desmineralización (20) se realiza mediante nanofiltración.

La desmineralización se realiza para eliminar la mayor cantidad posible de impurezas minerales. En la técnica se conocen numerosos procedimientos para eliminar las impurezas minerales de las soluciones acuosas. Estos se ejemplifican en la presente solicitud pero no limita el uso de una membrana de nanofiltración para la desmineralización.

65



Como se detalló, se describe un método en donde la lactosa cristalizada se deseca adicionalmente en una etapa posterior al tratamiento (III).

5 Pueden usarse diferentes procedimientos conocidos en la técnica para el desecado de lactosa sin apartarse del alcance de la invención. En una modalidad, solamente como un ejemplo, en una etapa de tratamiento posterior (III) del proceso de obtención de lactosa, el producto que se obtiene después del lavado (10) o el lavado adicional opcional (12) se usa posteriormente para alimentar directamente al secador de lecho fluido (13), en donde la lactosa (14) finalmente se deseca y se enfría en un sistema de lecho fluido (13).

10 En los ejemplos, el producto es proporcionado desde una sección de separación (10) y de lavado opcional (11, 12) hasta una sección de desecado (13) en la etapa posterior al tratamiento (III).

Como se detalló, se describe un método en donde el suero o el permeado de suero se someten a una etapa de tratamiento previo (I) para obtener, de esta manera, una solución acuosa que comprende lactosa.

15 La etapa de tratamiento previo (I) puede realizarse mediante el uso de cualquiera de los diversos procedimientos conocidos en la técnica. De acuerdo con una de las modalidades, la etapa de tratamiento previo (I) comprende al menos a) purificar el suero o permeado de suero para eliminar uno o más de células, polipéptidos, polisacáridos o lípidos y/o b) concentrar el suero o permeado de suero para obtener permeado de suero purificado.

20 Opcionalmente, el permeado de suero puede purificarse, la riboflavina puede eliminarse del permeado de suero concentrado, o el permeado puede descalcificarse antes de la concentración.

25 La purificación del suero o del permeado de suero en la etapa de tratamiento previo (I) (a) se realiza, típicamente, mediante ultrafiltración. El objetivo de la ultrafiltración es producir permeado de suero purificado para su procesamiento posterior de acuerdo con la presente invención.

La concentración del permeado purificado en la etapa de tratamiento previo (I) puede realizarse, por ejemplo, mediante ósmosis inversa o cualquier otro método conocido en la técnica.

30 De acuerdo con un proceso sugerido de la invención como se detalló en el diagrama de flujo representativo de la Figura 1, el suero o el permeado de suero (1) se purifica (2) y las sales se eliminan mediante nanofiltración que además, concentrará la lactosa (3). Si aún no está concentrado en (2), entonces se concentra para eliminar el exceso de agua en una etapa de concentración del permeado (4). Generalmente se prefiere que la concentración sea por ósmosis inversa, pero otros métodos de concentración del permeado de suero son igualmente útiles.

35 El permeado de suero adecuado para usar en la presente invención se concentra, típicamente, entre 10 a 40 % de sólidos secos (DS), entre 15 a 35 % DS, entre 17 a 30 % DS, preferentemente entre 18 a 25 % DS, y con la máxima preferencia 20 % DS. Las soluciones concentradas que comprenden lactosa son altamente viscosas y los procesos resultarán ineficientes, típicamente, si se concentran más allá de aproximadamente 40 % de sólidos secos.

40 Las plantas usadas para la concentración de permeado en general están destinadas a la operación continua. El producto se bombea hacia la planta solo una vez y sale cuando se concentra hasta el contenido de sólidos requerido. La elección de la membrana se basa en el historial de tratamiento previo de los permeados de UF entrantes y en la capacidad de la composición y calidad de las materias primas, así como también en el balance de masa, como se conoce en la técnica.

45 El permeado que se obtiene en la etapa (4) generalmente se trata hasta una etapa de eliminación de riboflavina (5) para la eliminación de la riboflavina presente en el permeado de suero, típicamente, mediante el paso del permeado de suero concentrado a través de una columna que comprende carbón activo, para eliminar, de esta manera, la riboflavina mediante adsorción (proceso de decoloración). Otros métodos de eliminación de riboflavina son igualmente útiles y la presente invención no se limita por la manera en que se elimina la riboflavina.

50 En un método para obtener lactosa cristalizada (14), la descalcificación opcional del suero libre de proteínas en una etapa de tratamiento previo (I) puede realizarse mediante el calentamiento y enfriamiento del permeado de suero concentrado libre de proteínas. Puede ser beneficioso, además, ajustar el pH de las soluciones concentradas. Los procedimientos anteriores son conocidos en la técnica y no limitantes para la invención. Durante este tiempo, la mayor parte del calcio se precipita como fosfato de calcio y puede eliminarse de la solución, por ejemplo, mediante clarificación.

55 En un aspecto adicional de la invención, se describe una disposición (30) para obtener lactosa cristalizada a partir de una solución acuosa que comprende lactosa. La disposición (30) comprende una línea de cristalización de lactosa (33) y una línea de reciclado de licor madre (31), configurada para ejecutar el método de acuerdo con cualquiera de las modalidades de la invención descritas anteriormente. Esta modalidad se detalló adicionalmente más abajo con referencia a las Figuras 1, 2 y 3.

60 Como se detalló, una disposición para obtener lactosa cristalizada (14) a partir de una solución acuosa que comprende lactosa, la disposición comprende: una línea de cristalización de lactosa (33) configurada para obtener lactosa cristalizada

a partir de la solución acuosa que comprende lactosa como un precipitado (9, 10) y uno o más lotes del licor madre (15) y, opcionalmente, uno o más lotes de agua de lavado (16, 17) a partir del lavado y la separación de dicha lactosa cristalizada precipitada (11, 12) en donde la disposición (30) además, comprende una línea de reciclado del licor madre (31) configurada para ejecutar el paso de concentración (IV) de la solución de lactosa del primer, segundo o posterior paso de cristalización que comprende: un primer tanque colector (18), configurado para recolectar el uno o más lotes del licor (15) y, opcionalmente, uno o más lotes de agua de lavado (16, 17) como primera reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización; una unidad de desmineralización (34), configurada para desmineralizar (20) la primera reserva de la solución de lactosa del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización; una unidad de concentración (36), configurada para concentrar (21) la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización para obtener una primera solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización, un tercer tanque colector configurado para recolectar la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización para obtener, de esta manera, la segunda reserva de la solución de lactosa desmineralizada del primer, segundo o posterior paso de cristalización; al menos una bomba (37) para bombear la solución acuosa que comprende lactosa a través de la línea de reciclado del licor madre (31); y un controlador (38) configurado para ejecutar un método de acuerdo con cualquier modalidad de la invención, en donde el primer tanque colector (18), la unidad de desmineralización (34), la unidad de concentración (36) y el tercer tanque colector (23) se disponen secuencialmente en una vía de flujo en dicha línea de reciclado del licor madre (31) lo que permite que la primera solución de reserva de la solución de lactosa del primer o posterior paso de cristalización atraviese dicha línea de reciclado del licor madre (31) en un proceso por lotes, para acumular, de esta manera, la segunda reserva de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer o posterior paso de cristalización en la cantidad suficiente para usar en otro paso posterior de cristalización de lactosa (II).

La disposición (30) recibe una solución acuosa que comprende lactosa, que puede obtenerse de cualquier manera usada en la técnica. Esta puede ser el suero entrante (1) como se definió en la Figura 1 y 2; sin embargo, la fuente no se considera limitante en la presente invención.

La solución acuosa que comprende lactosa atraviesa a través de la disposición (30) mediante una secuencia de unidades de proceso (23, 33, 35, 34, 36) ubicadas secuencialmente en una vía de flujo. La vía del flujo conecta de manera fluida las unidades de proceso en una secuencia, por ejemplo, mediante el uso de tuberías y conductos. La solución acuosa que comprende lactosa entra en la unidad de cristalización de lactosa (33), lo que genera, de esta manera, lactosa como un precipitado (14) y uno o más lotes del licor madre (15), y el uno o más lotes de agua de lavado (16, 17) para obtener una solución de lactosa del primer o posterior paso de cristalización, en una primera reserva.

Además, el licor madre (15) y, opcionalmente, el agua de lavado que comprende lactosa (16, 17) atraviesan la línea de reciclado del licor madre (31), mediante una secuencia de unidades de proceso (35, 34, 36), dispuestas operativamente en la vía de flujo. Para cumplir con este propósito, el paso de flujo conecta de manera fluida las unidades de proceso en una secuencia, por ejemplo, mediante el uso de tuberías y conductos. El licor madre (15) y, opcionalmente, uno o más lotes de agua de lavado que comprende licor madre (16, 17) pueden bombearse a través de la línea de reciclado del licor madre (31) desde su punto de entrada mediante el uso de al menos una bomba (37). La al menos una bomba se instalará en la disposición (30) de acuerdo con los requisitos específicos de la línea de cristalización de lactosa (33) y/o la línea de reciclado del licor madre (31) de la invención para asegurar el flujo eficiente de la solución acuosa que comprende lactosa a través de la disposición.

La secuencia de unidades de proceso (23, 35, 34 y 36) se dispone operativamente en la vía de flujo de tal manera que la materia puede entrar o salir de la vía de flujo sin que se cambie la dirección de flujo general de la solución. Un controlador configurado para ejecutar el proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades de la presente invención está comprendido, además, en la línea de cristalización de lactosa.

Con referencia a las Figuras 1 y 3, una disposición (30) para obtener lactosa cristalizada (14) a partir de una solución acuosa que comprende lactosa, comprende un primer tanque colector (18), configurado para recolectar uno o más lotes del licor madre (15) y/o el uno o más lotes de agua de lavado que comprenden lactosa (16, 17) para obtener la solución de lactosa del primer paso de cristalización. La solución de lactosa del primer paso se recolecta además y se acumula en el primer tanque colector (18) como una primera solución de reserva.

El primer tanque colector (18) se conecta adicionalmente a la unidad de desmineralización (34) configurada para desmineralizar (20) la solución de lactosa del primer paso para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización. Además, se configura para permitir que la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización entre en la unidad de concentración (36). La unidad de concentración (36) se configura para generar la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización, adecuada para usar en un segundo o posterior paso de cristalización (II).

La unidad de concentración (36) se configurará generalmente para concentrar (21) mediante evaporación, pero el método no es limitante para la invención.

De acuerdo con otra modalidad de la invención, la unidad de concentración (36) puede configurarse, además, para concentrar (7) una solución acuosa que comprende lactosa que se obtiene de suero o permeado de suero (1) durante la etapa de tratamiento previo (I).

5 La línea de reciclado del licor madre (31) se configura, además, para permitir la acumulación de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización en una cantidad suficiente para usar en un paso de cristalización de lactosa (II) posterior en el tercer tanque (23), para obtener de esta manera, una segunda reserva de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer o segundo paso de cristalización.

10 Como se detalló en la presente descripción con referencia a la Figura 2, el segundo tanque colector (22) puede ubicarse opcionalmente en la vía de flujo. El segundo tanque colector (22) se configura para recibir y acumular la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización antes de transferir la solución de lactosa desmineralizada a la unidad de concentración (36). El segundo tanque colector (22) permite la acumulación de la solución desmineralizada hasta que alcanza cualquier volumen conveniente antes de permitir que la solución de lactosa desmineralizada del primer  
15 paso de cristalización salga del tanque de almacenamiento y atraviese la línea de cristalización de lactosa (33) de la invención. El volumen conveniente puede variar en dependencia de los detalles de varios procesos y no es limitante para la invención y puede programarse fácilmente en el controlador (38). La ventaja de la línea de reciclado del licor madre (31) configurada para ejecutar el método por lotes de la invención es que la lactosa del primer paso de cristalización puede recolectarse hasta la cantidad conveniente y someterla a desmineralización para clarificarla de las impurezas y hacerla  
20 adecuada para el paso de cristalización posterior de la invención.

Además, con referencia a la Figura 3, la unidad de concentración (36) genera la solución acuosa que comprende lactosa, lo que la hace, de esta manera, adecuada para entrar en la unidad de cristalización de lactosa (33). La unidad de  
25 concentración (36) puede conectarse a la unidad de cristalización de lactosa (33) directamente o a través de un número de unidades adicionales adecuadas para ejecutar todas las modalidades del método de la invención; las unidades adicionales no se detallan en la presente descripción ya que no son limitantes a la invención. El controlador (38) se configura, además, para permitir la repetición del paso de concentración (IV) y del paso de cristalización posterior (II) al menos una vez.

30 Como se detalla más abajo, una unidad de pasteurización (35), configurada para pasteurizar (19) la solución de lactosa del primer paso de cristalización se ubica en la línea de reciclado del licor madre (31) después del primer tanque colector (18); preferentemente, pero no necesariamente, directamente después del primer tanque colector (18).

35 Como se detalló más abajo, la línea de reciclado del licor madre (31) puede comprender, además, un segundo tanque colector (22), configurado para recibir y acumular una solución de lactosa desmineralizada del primer, segundo o posterior paso de cristalización, antes de transferir la solución de lactosa desmineralizada del primer, segundo o posterior paso de cristalización a la unidad de concentración (36). El segundo tanque colector (22) se configura para recibir y acumular la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de concentración hasta el volumen conveniente. El controlador se  
40 configura para controlar la acumulación hasta alcanzar el volumen conveniente y que posteriormente entre al tanque de concentración cuando se alcanza el volumen conveniente. Otra ventaja de la disposición de la invención es que permite la acumulación de la solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización hasta el volumen adecuado para nosotros en el paso de cristalización posterior de lactosa (II) como una reserva.

45 Preferentemente, el controlador (37) se configura para permitir la cristalización de la lactosa hasta que al menos el 50 % de la lactosa total presente en la solución acuosa que comprende lactosa se cristalice.

## EJEMPLOS

### Ejemplo 1

50 Se añadió NaOH al 0,075 % a la etapa inicial de tratamiento previo (I) en donde se calentó a 75 °C durante 1 hora, se clarificó y se añadió HCl al 0,04 %. El producto se evaporó (6) hasta 60 % de DM y se cristalizó (9), se separó (10), se lavó (11) y se desecó (13).

55 Se recolectó toda el agua de lavado (15, 16) y el licor madre (14) para el paso de concentración (IV). A partir de esta etapa (IV), las sales monovalentes se eliminaron en la planta NF (20). Después el retenido se calentó a 75 °C durante 1 hora (5), se clarificó (6) y se añadió HCl al 0,04 %. Después el producto obtenido se concentró hasta 64 % de DM (7), se cristalizó (9), se separó (10), se lavó (11) y se desecó (13). El tiempo total de cristalización fue de aproximadamente 23 horas.

60 a. Los resultados del producto fueron 0,13 % de ceniza sulfatada en el producto del primer paso de cristalización (II) y 0,11 % de ceniza sulfatada en un producto del paso de cristalización posterior (II).

65 b. El rendimiento del primer paso de cristalización (II) fue del 69 % medido en lactosa anhidra y el rendimiento del paso de cristalización posterior (II) fue del 15 % medido en lactosa anhidra, que proporcionó un rendimiento total del 84 % medido en lactosa anhidra. Este rendimiento incluye todas las pérdidas en el proceso.

Ejemplo 2

5 Se añadió NaCl al 0,065 % a la etapa inicial de tratamiento previo (I), seguido de calentamiento a 76 °C durante 1 hora (4), se aclaró (6) y se agregó HCl al 0,04 %. El producto se evaporó hasta 60 % de DM (7) y se cristalizó (9), se separó (10), se lavó (11) y se desecó (13). Se recolectó toda el agua de lavado (16, 17) y el licor madre (15) para el paso de concentración (IV). A partir de este paso de concentración (IV), las sales monovalentes se eliminaron en la planta NF (20). Después el producto obtenido entró en el paso de cristalización posterior (II). Después el retenido se calentó a 75 °C  
10 durante 1 hora (5), se clarificó (6) y se añadió HCl al 0.03 %. Después, el producto del paso de cristalización posterior (II) se concentró hasta 64 % de DM (7), se cristalizó (8), se separó (10), se lavó (11) y se desecó (13). El tiempo total de cristalización fue de aproximadamente 23 horas.

15 a. Los resultados del producto fueron 0,11 % de ceniza sulfatada en el primer producto del paso de cristalización (II) y 0,12 % de ceniza sulfatada en el producto del paso de cristalización posterior (II).

b. El rendimiento del primer paso de cristalización (II) fue del 68 % medido en lactosa anhidra y el rendimiento del paso de cristalización posterior (II) fue del 14 % medido en lactosa anhidra, lo que proporcionó un rendimiento total del 82 % medido en lactosa anhidra. Este rendimiento incluye todas las pérdidas en el proceso.

20 Mediante el uso de los métodos conocidos de la técnica anterior y que permiten que la solución que comprende lactosa cristalice durante el mismo período que en los ejemplos anteriores (todo lo demás constante) producirá menos del 75 % de lactosa medida en lactosa anhidra.

Comentarios finales

25 El término "que comprende" como se usa en las reivindicaciones no excluye otros elementos o etapas. El término "un" o "una" como se usa en las reivindicaciones no excluye una pluralidad. Y aunque la presente invención se ha descrito en detalle con fines ilustrativos, se entiende que tal detalle es únicamente para ese propósito, y los expertos en la técnica pueden realizar variaciones en esto sin apartarse del alcance de la invención.  
30

Reivindicaciones

1. Un método para obtener lactosa cristalizada (14), que comprende:
  - 5 i) en un primer paso de cristalización (II):
    - someter una solución acuosa que comprende lactosa a un proceso de cristalización de lactosa (9-12) para obtener lactosa cristalizada (14) y un licor madre (15), y,
    - 10 - opcionalmente, lavar dicha lactosa cristalizada (11, 12) para generar, de esta manera, uno o más lotes de agua de lavado que comprende lactosa (16, 17),
    - recolectar dicho licor madre (15) y, cuando esté presente, dicho uno o más lotes de dicha agua de lavado (16, 17) para obtener, de esta manera, una primera reserva de una solución de lactosa del primer paso de cristalización;
  - 15 ii) realizar en un proceso por lotes (19-21) en dicha primera solución de reserva un paso de concentración (IV) que comprende
    - desmineralizar (20) dicha solución de lactosa del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización, y
  - 20 iii) concentrar (21) dicha solución de lactosa desmineralizada del primer paso para obtener, de esta manera, una solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización;
  - 25 iv) recolectar dicha solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización para obtener, de esta manera, una segunda solución de reserva que comprende dicha solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de concentración; y
  - v) en dicha segunda solución de reserva realizar un segundo paso de cristalización (II) independientemente de dicho primer paso de cristalización.
- 30 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende en dicho segundo paso de cristalización (II)
  - someter dicha segunda solución de reserva a dicho proceso de cristalización de lactosa (9-12) para obtener una lactosa cristalizada del segundo paso (14) y un licor madre del segundo paso (15),
  - opcionalmente, lavar dicha lactosa cristalizada del segundo paso (11, 12), para generar, de esta manera, uno o más lotes de agua de lavado que comprende lactosa (16, 17),
  - 35 - opcionalmente, recolectar dicho licor madre del segundo paso de cristalización (15) y, cuando esté presente, dicho uno o más lotes de agua de lavado (16, 17), para obtener, de esta manera, una primera reserva de una solución de lactosa del segundo paso de cristalización.
- 40 3. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación 1 o 2, en donde dicho segundo paso de cristalización (II) se repite al menos una vez como un paso de cristalización posterior (II).
4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicha primera solución de reserva de dicho segundo paso de cristalización (II) se somete adicionalmente en un proceso por lotes (19-21) a dicho paso de concentración (IV) al menos una vez.
- 45 5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde se permite que la cristalización de la lactosa (8) proceda hasta que al menos el 50 % de la lactosa total presente en dicha solución acuosa que comprende lactosa o cualquiera de dicha reserva de dichas soluciones de lactosa del primer, segundo o posterior pasos se cristalice.
- 50 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dicha primera reserva de dicha solución de lactosa desmineralizada del primer, segundo o posterior paso se recolecta en un tanque colector (22) antes de experimentar una concentración (21) y cristalización adicional en dicho segundo o posterior paso de cristalización (II) para obtener lactosa cristalizada.
- 55 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde al menos dos lotes de dicha primera reserva de las soluciones de lactosa de dicho primer paso o dicho segundo paso se combinan en dicho tanque colector (22) antes de experimentar en un proceso por lotes dicha concentración (21) y cristalización en dicho paso de cristalización posterior (II) para obtener lactosa cristalizada.
- 60 8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la solución acuosa que comprende lactosa es suero o permeado de suero (1).
9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde dicha desmineralización (20) se realiza mediante nanofiltración.

10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el suero o el permeado de suero se somete a una etapa de tratamiento previo (I), para obtener, de esta manera, una solución acuosa que comprende lactosa, en donde dicha etapa de tratamiento previo (I) comprende:
- 5 a) purificar suero o permeado de suero para eliminar uno o más de proteínas, polipéptidos, polisacáridos, lípidos o riboflavina, y  
b) concentrar dicho suero o permeado de suero purificado.
11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación 12 o 13, en donde dicha purificación de suero o permeado de suero (a) se realiza mediante ultrafiltración.
- 10 12. Una disposición (30) para obtener lactosa cristalizada (14) a partir de una solución acuosa que comprende lactosa, dicha disposición comprende:
- 15 - una línea de cristalización de lactosa (33) configurada para obtener lactosa cristalizada a partir de dicha solución acuosa que comprende lactosa como un precipitado (9, 10) y uno o más lotes del licor madre (15) y, opcionalmente, uno o más lotes de agua de lavado (16, 17) a partir del lavado y la separación de dicha lactosa cristalizada precipitada (11, 12);
- 20 caracterizado porque dicha disposición (30) comprende además:
- una línea de reciclado del licor madre (31) configurada para ejecutar dicho paso de concentración (IV) en una primera solución de reserva de dicho primer, segundo y/o posterior paso de cristalización de lactosa que comprende:
- 25 - un primer tanque colector (18), configurado para recolectar dichos uno o más lotes del licor madre (15) y, opcionalmente, dichos uno o más lotes de agua de lavado (16, 17) como dicha primera reserva de dicha solución de lactosa del primer paso de cristalización;
- 30 - una unidad de desmineralización (34), configurada para desmineralizar (20) dicha primera reserva de dicha solución de lactosa del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización;
- 35 - una unidad de concentración (36), configurada para concentrar (21) dicha solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización para obtener una solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización,
- 40 - un tercer tanque colector configurado para recolectar dicha solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización, para obtener, de esta manera, una segunda reserva de dicha solución de lactosa desmineralizada del primer, segundo y/o posterior paso de cristalización;
- 45 al menos una bomba (37) para bombear dicha solución acuosa que comprende lactosa a través de dicha línea de reciclado del licor madre (31); y  
un controlador (38) configurado para ejecutar un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en donde dicho primer tanque colector (18), dicha unidad de desmineralización (34), dicha unidad de concentración (36) y dicho tercer tanque colector se disponen secuencialmente en una vía de flujo en dicha línea de reciclado del licor madre (31) para permitir que una primera reserva de dicha solución de lactosa del primer o posterior paso de cristalización atraviese dicha línea de reciclado del licor madre (31) en un proceso por lotes, para acumular, de esta manera, una segunda reserva de dicha solución de lactosa concentrada y desmineralizada del primer o posterior paso de cristalización en una cantidad suficiente para usar en un paso de cristalización posterior (II) adicional.
- 50
13. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 12, en donde dicha línea de reciclado del licor madre (31) comprende, además, una unidad de pasteurización (35), configurada para pasteurizar (19) dicha primera reserva de dicha solución de lactosa del primer paso de cristalización; en donde dicha unidad de pasteurización (35) se ubica después de dicho primer tanque colector (18) en dicha vía de flujo.
- 55
14. Una disposición de acuerdo con cualquier reivindicación 12 o 13, en donde dicha línea de reciclado del licor madre (31) comprende, además, un segundo tanque colector (22), configurado para recibir y acumular la solución de lactosa desmineralizada del primer paso de cristalización antes de transferir dicha solución de lactosa desmineralizada y concentrada del primer paso de cristalización a dicha línea de cristalización de lactosa (33).
- 60
15. Una disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en donde dicho controlador (38) se configura para permitir la cristalización de lactosa (8) hasta que al menos el 50 % de la lactosa total presente en dicha solución acuosa que comprende lactosa se cristalice.
- 65

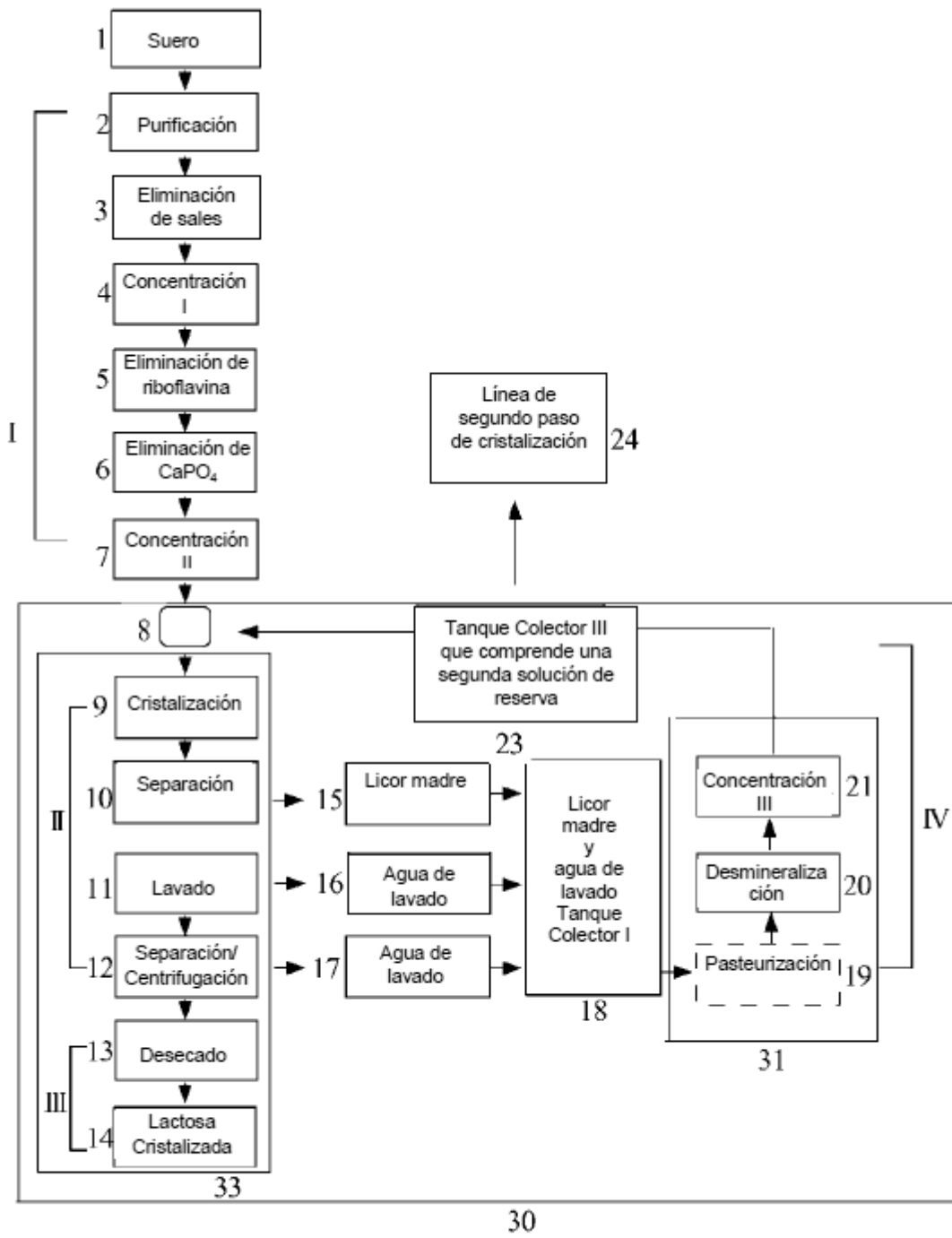


Figura 1

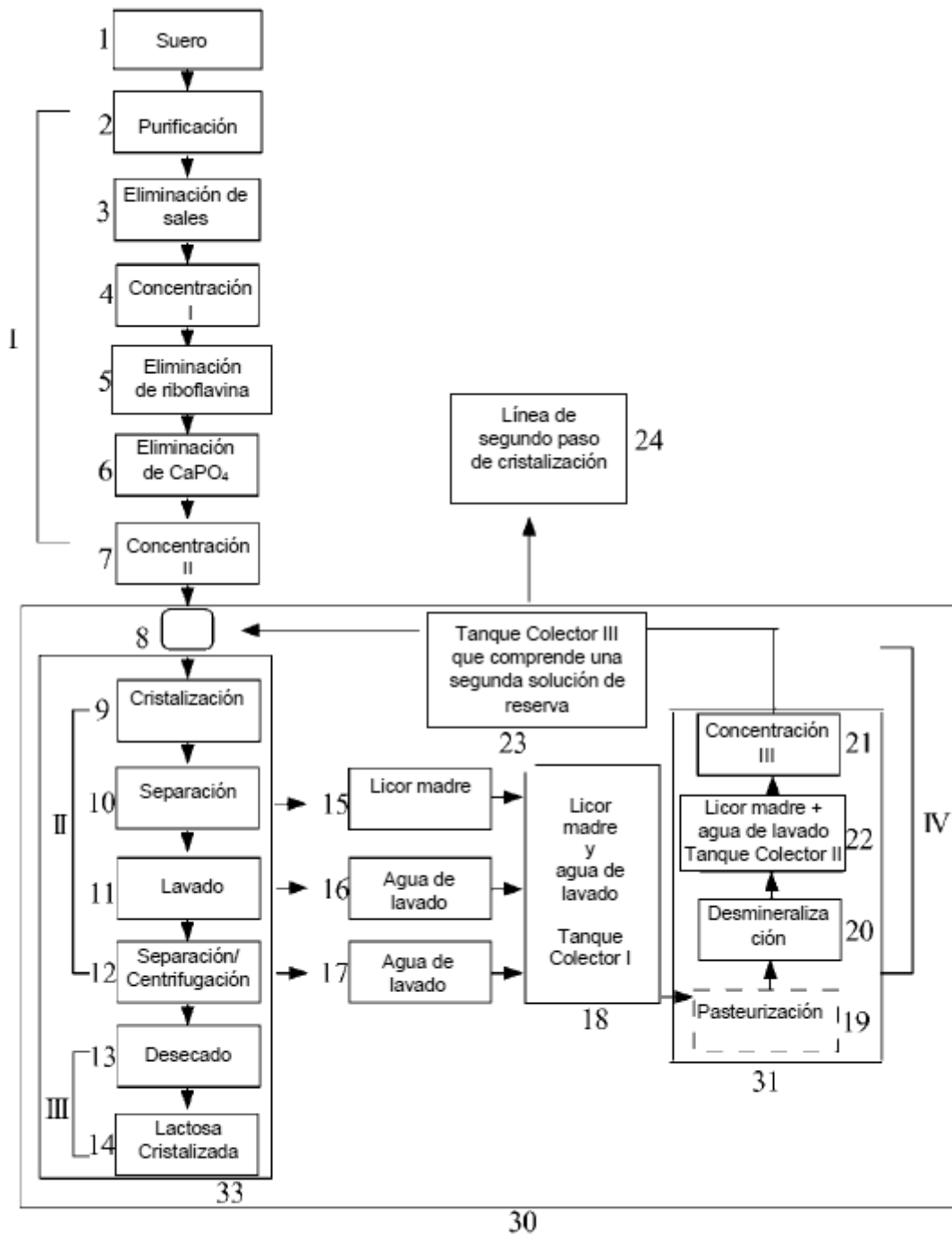


Figura 2



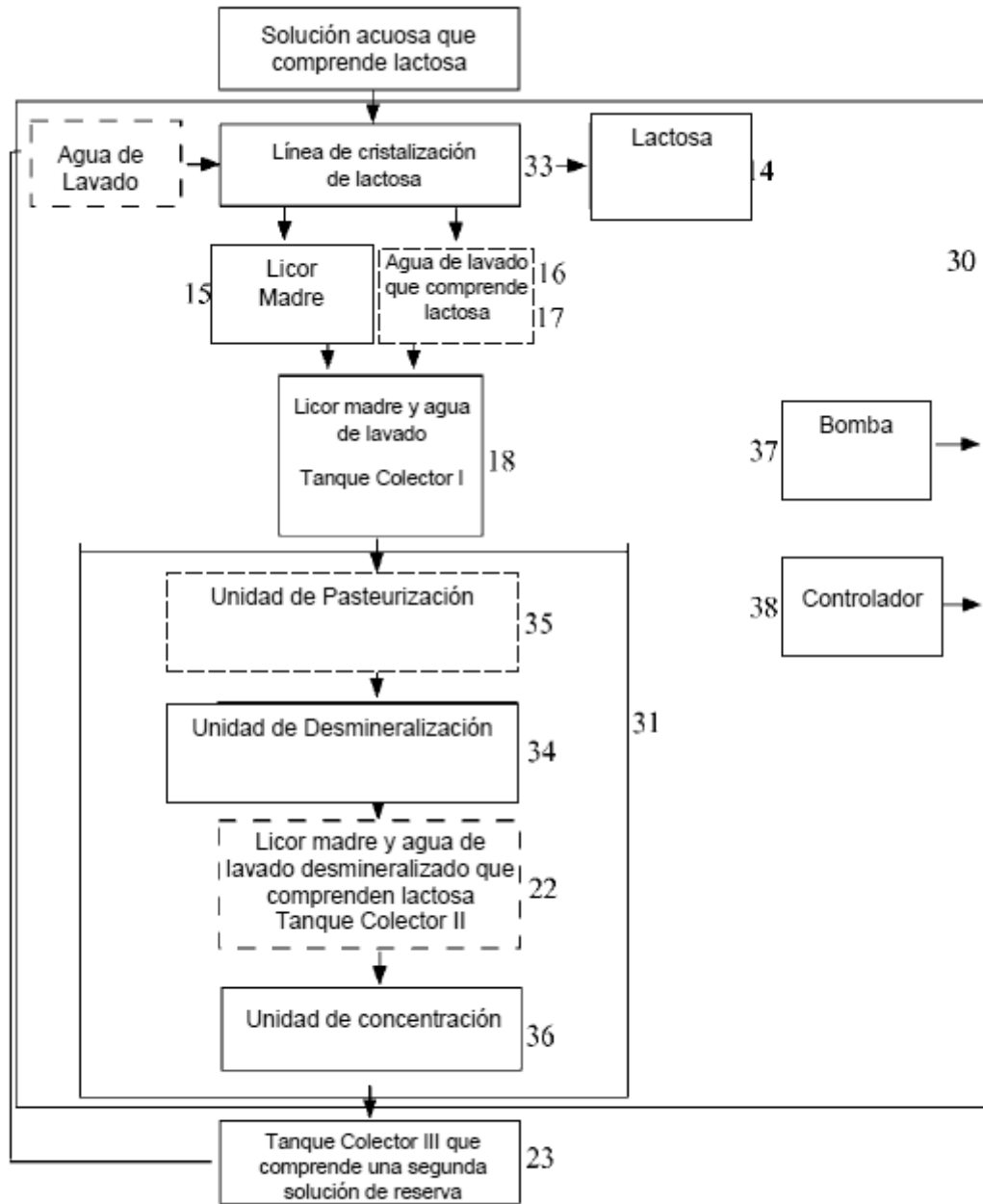


Figura 3