

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 176**

51 Int. Cl.:

A23L 1/237 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2011 E 11757955 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.12.2014 EP 2582255**

54 Título: **Producción de sal con un bajo contenido de sodio con contenido mineral equilibrado**

30 Prioridad:

18.06.2010 IS 8903

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

20.04.2015

73 Titular/es:

**ARCTIC SEA MINERALS EHF. (100.0%)
Graenasbraut 506
235 Reykjanesbaer, IS**

72 Inventor/es:

**EINARSSON, EGILL y
SIGURJONSSON, EIDUR HELGI**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 534 176 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

Producción de sal con un bajo contenido de sodio con contenido mineral equilibrado

5 **CAMPO TÉCNICO**

[0001] La presente invención se refiere a la producción de sal que contiene cloruro de sodio y otros componentes minerales que se encuentran en el agua de mar, y preferiblemente que tiene un contenido sustancial de cloruro de potasio. La presente invención incluye un proceso con etapas que mejoran las propiedades organolépticas de la sal obtenida, que se puede proporcionar con un bajo contenido de sodio en comparación con la sal de mesa, y proporciona componentes minerales traza beneficiosos.

ANTECEDENTES

15 [0002] La cristalización de la sal de mesa es un procedimiento tradicional para la producción de sal de cloruro de sodio casi pura. Habitualmente, la salmuera se produce a partir de minas de sal subterráneas (minerías de disolución) y se evapora hasta la saturación del cloruro de sodio con la posterior cristalización. Otros minerales en la salmuera se purgan del sistema. Debido a un mayor énfasis en las dietas bajas en sodio, se han desarrollado varios procedimientos para la producción de sales con un bajo contenido de sodio principalmente mediante la sustitución de sodio por cloruro de potasio y sales de magnesio.

20 [0003] El consumo de sal se considera generalmente como demasiado alto, en el mundo occidental en particular. La sal se usa como conservante y potenciador del sabor, especialmente en alimentos procesados. Una ingesta elevada de sal (es decir, la ingesta de cloruro de sodio) puede aumentar el riesgo de hipertensión, trastornos de la circulación y tiene otros efectos negativos sobre la salud. Además, cuando se secreta un exceso de sal ésta provoca una carga en los riñones y el aumento de la secreción de otro mineral traza de menor importancia esencial, que puede conducir a una falta de dichos minerales. Por consiguiente, es deseable una reducción del consumo de sal.

25 [0004] El documento WO 86/05954 describe una composición de sales minerales producida por evaporación controlada de agua de mar, la precipitación fraccionada de cloruro de sodio y la recuperación de las sales minerales disueltas restantes de la sosa cáustica madre, por ejemplo, mediante secado por pulverización. La descripción se centra en la importancia de los minerales traza, pero no discute cómo prevenir el sabor amargo de otros componentes diferentes al cloruro de sodio.

30 [0005] En el documento WO 90/00522 se describe un procedimiento para la producción de sal reducida en sodio, en el que el cloruro de sodio se sustituye total o parcialmente por sal doble de compuestos de potasio y compuestos de magnesio. La sal se obtiene por evaporación de una solución de las sales hasta los sólidos secos.

35 [0006] El documento WO 92/16117 describe un procedimiento para producir una mezcla de sales de cloruro de sodio, cloruro de potasio, magnesio y sales de trazas mediante secado por pulverización.

[0007] En el documento WO 93/18668 se describe la producción de una sal mixta mediante secado instantáneo.

40 [0008] El documento US7.621.968 describe un procedimiento por etapas para producir una sal con un bajo contenido de sodio, en el que una primera cantidad de agua de mar natural se expone a la luz del sol, de manera que una cantidad del agua se evapora y una cantidad de cloruro de sodio se cristaliza. Se añade una segunda cantidad de agua de mar a la salmuera restante y a partir de esta salmuera diluida, se cristaliza la sal con un contenido de cloruro de sodio de no más del 70% en peso.

45 [0009] El documento WO9318668 da a conocer un producto de sal que comprende partículas de NaCl, sales dobles de K/Mg y opcionalmente KCl distribuido homogéneamente a lo largo de cada partícula y con una proporción molar de K a Mg igual o mayor que uno. Este procedimiento se basa en el secado instantáneo de una suspensión de sal que tiene la composición deseada, utilizando secado en tambor como procedimiento preferido.

50 [0010] Un problema con muchos productos de sal con un bajo contenido de sodio y productos de sales de mar sin procesar es el sabor amargo, debido a los compuestos de magnesio y calcio.

55 [0011] La sal del mar, de hecho, no es un término claro en el sector, ya que se refiere tanto a la sal obtenida por evaporación completa de agua de mar, dejando como residuo sólido todas las sales del agua de mar, como también a la sal de cloruro de sodio obtenida a partir de agua de mar, pero sin incluir las otras sales residuales. Las ventajas de proporcionar todos los componentes de la sal del agua de mar es que así se proporcionan minerales nutricionalmente beneficiosos, incluyendo minerales traza beneficiosos. Sin embargo, tal como se ha mencionado, los productos obtenidos por evaporación completa del agua de mar tienen un sabor desagradable, no fácilmente intercambiable con la sal de mesa.

60

65

[0012] Se apreciarían más procedimientos comercialmente útiles para proporcionar una sal con un contenido bajo en sodio, con un perfil de sal beneficioso nutricionalmente y con buenas propiedades organolépticas.

DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LA INVENCIÓN

5

[0013] La presente invención se refiere a la producción de una sal con la precipitación de una mezcla de cloruro de sodio, cloruro de potasio y cristales de mezcla (sales dobles) de cloruro de potasio y cloruro de magnesio (carnalita) y cloruro de potasio y sulfato de magnesio (cainita). La presente invención proporciona un nuevo proceso basado en la recirculación de salmuera del agua de mar y la acumulación de minerales traza en un "solución madre" para obtener sustancialmente un estado de equilibrio donde los minerales traza del agua de mar están incluidos en la humedad de la sal.

10

[0014] La sal proporcionada por la invención tiene las ventajas de proporcionar componentes minerales traza beneficiosos que se encuentran en el agua del mar, pero sin tener el sabor metálico y amargo a menudo asociado con sales con contenido bajo en sodio.

15

[0015] Mientras que los procesos convencionales para la precipitación de sales de agua del mar son generalmente "lineales", es decir la salmuera se trata a través de varias etapas en que diferentes componentes de la salmuera se cristalizan de manera que se obtienen diferentes sales en diferentes etapas. En dicho sistema, el cloruro de sodio se separaría a una densidad aproximada de salmuera de 1,22-1,30 g/ml y una mezcla de cloruro de sodio y sales dobles de potasio-magnesio a una densidad superior a 1,3. Cada etapa es diferente en la composición de salmuera de las otras.

20

[0016] En contraste con esto, el proceso de la presente invención se basa en la cristalización en una sola etapa de todos los componentes en un sistema de evaporación-cristalización. Al adquirir una salmuera saturada en una solución madre con respecto a todos los componentes principales en el sistema, la composición del material cristalino que sale del sistema es sustancialmente la misma composición que la salmuera que entra en el sistema. Cuando el proceso está funcionando regularmente (es decir, después de cualquier puesta en marcha inicial) no hay un aumento o disminución en la composición en la solución madre, donde todos los componentes están saturados o han alcanzado una concentración en estado estacionario. Los minerales traza acompañarán a la humedad del material cristalino, y después de adquirir una condición de estado estacionario, en las mismas proporciones que en la salmuera entrante. La composición de la salmuera entrante es sin embargo diferente de la solución madre, ya que la concentración se acumula en la solución madre. Esto significa que los componentes que se extraen de la solución madre se reciclan de nuevo con el fin de mantener constante la composición. El volumen y la temperatura dentro del cristizador también deben mantenerse constante para que el sistema funcione de manera óptima. Para resumir, la composición del producto se puede garantizar que sea la misma que la composición de la alimentación, incluyendo todas las sales principales y minerales traza. No es necesaria una purga del sistema. La concentración final de la solución madre se basa en solubilidades de diferentes sales y en un balance de materiales de los minerales traza.

25

30

35

[0017] Según la presente invención, se establece un proceso para la preparación de un producto de sal derivado de la sal del mar, que comprende minerales traza del agua de mar. Tal como se apreciará, el contenido (composición) de las minerales traza en el producto de sal preferiblemente reflejará sustancialmente la composición de dichas minerales traza en agua de mar.

40

[0018] En ciertas realizaciones preferidas, el producto de sal tiene un contenido en sodio reducido en comparación con una sal de mesa regular. En este contexto, "contenido en sodio reducido" generalmente se refiere a una sal que es cloruro de sodio no puro o sustancialmente puro. Preferiblemente, la sal con un contenido en sodio reducido de la invención tiene menos de aproximadamente 70% en peso de cloruro de sodio y más preferiblemente menos de aproximadamente 65% en peso. Preferiblemente, el producto de sal cumple con los requisitos establecidos por la legislación europea y la USFDA para productos con un contenido reducido de cloruro de sodio.

45

50

[0019] El proceso generalmente incluye las etapas de proporcionar una salmuera concentrada a partir de agua de mar. La salmuera se concentra mediante evaporación y en el proceso se precipita CaSO_4 (yeso). Mediante el sembrado con partículas de yeso, se evitan las incrustaciones en el equipo y el yeso precipitado se elimina en un separador de partículas. La salmuera se concentra habitualmente hasta una concentración de sal en el intervalo de aproximadamente 5-35% en peso (o hasta la concentración de saturación), tal como en el intervalo de aproximadamente 15-20% de sales disueltas. En algunas realizaciones preferidas, la salmuera concentrada se mezcla con cloruro de potasio, ya sea proporcionado como sólido o como salmuera concentrada, y la mezcla se transfiere a una unidad de cristalización.

55

[0020] El líquido se evapora desde el cristizador de manera que se forman cristales, en un proceso homogéneo continuo, los cristales se transfieren desde el cristizador a través de una unidad de lavado en el que se aclaran, de manera que la solución madre concentrada que inevitablemente se encuentra junto con los cristales se aclara y este líquido en exceso se devuelve al cristizador con el líquido de aclarado, siendo el líquido de aclarado adecuadamente una parte de la salmuera concentrada, que se transfiere como contracorriente a través de la unidad de lavado. Esto asegura el reciclaje de las minerales traza que no son parte del producto de sal (en la humedad o atrapadas como agua de cristalización) y las sales de magnesio disueltas que causan el sabor amargo.

60

65

5 [0021] Los cristales aclarados se transfieren posteriormente a una unidad de separación, que puede ser adecuadamente una centrífuga, ciclón u otro dispositivo de separación funcionalmente equivalente. En la unidad de separación, se separa el líquido en exceso y se transfiere de nuevo a la unidad de cristalización, y los cristales de sal se extraen de la unidad de separación y se pueden secar para eliminar adicionalmente agua, obteniendo cristales que tienen preferiblemente no más de un 2% en peso de humedad.

10 [0022] El proceso de la invención se caracteriza por el reciclaje de la salmuera desde la que la sal cristaliza, de este modo todos los ingredientes principales de la salmuera de entrada mixta alcanzan sustancialmente la saturación o una concentración de equilibrio constante en la solución madre en el cristizador. Estos a continuación precipitarán en forma de cristales, a medida que más de las respectivas sustancias se añaden a la solución madre a través del flujo de entrada de salmuera de entrada mixta. Es importante destacar que ninguna de las soluciones madre se purga del sistema como en los cristalizadores de sal convencionales. Las minerales traza se acumularán en la solución madre hasta un estado estacionario, donde la concentración en la solución madre multiplicado por el flujo de salida de la solución madre que acompaña a la sal producida (como agua de cristalización y humedad) es igual al flujo de entrada de las minerales traza en la alimentación. Como el lavado de la sal producida es una parte importante del proceso para evitar el sabor amargo de la solución madre que se seca en la superficie de los cristales de sal, una parte de las minerales traza se lavará de nuevo al cristizador, sin embargo, como todo el líquido de lavado (líquido de aclarado) se retransfiere al cristizador, el material no se pierde fuera del sistema con el lavado. La regulación del factor de lavado (proporción de lavado) se aplica para asegurar un contenido sustancialmente constante de minerales traza.

25 [0023] El cristizador puede ser esencialmente de cualquier tipo convencional, incluyendo, pero sin limitación, un cristizador al aire libre, un cristizador de circulación forzada, un cristizador de película descendente, un cristizador de circulación inducida, y un cristizador de tubo de aspiración-deflector. El cristizador puede ser una sola unidad de cristalización, pero puede también, en otras realizaciones, comprender una doble unidad de cristalización, con una combinación de cristizador evaporador, en el que a través del control de temperatura y calefacción, la evaporación tiene lugar en una unidad de evaporación y la solución madre fluye dentro de la unidad de cristalización que se mantiene a una temperatura más baja, para mantener la cristalización.

30 [0024] La presente invención se puede utilizar para la producción de cualquier mezcla de sales en una etapa donde se requiere cristalización simultánea, a fin de obtener partículas de cristales/cocristales de composición sustancialmente homogénea.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0025] La figura 1 muestra una ilustración esquemática de un sistema de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

40 [0026] Un producto de sal preferido producido con la presente invención se denomina aquí como "sal de la vida", que es un producto único producido mediante la adición de cloruro de potasio a una solución de salmuera que se obtiene por evaporación del agua de mar. Esta salmuera comprende la alimentación para el proceso de la presente invención. El cloruro de potasio se puede producir, por ejemplo, mediante evaporación de salmuera geotérmica y la cristalización fraccionada de cloruro de potasio a partir de la misma. En otras realizaciones, se obtiene cloruro de potasio sólido comercialmente. El contenido del producto de sal puede controlarse de manera adecuada para suministrar sustancialmente todos los principales minerales necesarios para el cuerpo humano, ya que el agua de mar contiene esencialmente todos los mismos minerales que están presentes en la sangre humana. La adición de cloruro de potasio es beneficiosa para la fabricación de un producto con un bajo contenido en sodio, es decir, sustituyendo parte del contenido de sodio de la composición de la sal en el agua de mar, que es vital para minimizar la ingesta elevada de sodio, un problema de salud, en particular, en las sociedades occidentales.

55 [0027] Los productos de sal según la presente invención se pueden usar como sal de mesa y pueden sustituir la sal en cualquiera de los productos alimenticios y productos nutricionales convencionales, tales como mantequilla, queso, carnes procesadas, aperitivos, etc., así como un agente de unión a agua, ingrediente en bebidas deportivas y de salud, como excipiente en medicamentos, y más.

60 [0028] La formación de sales dobles de K/Mg en el proceso de la presente invención es ventajosa, ya que las sales dobles tienen una baja higroscopicidad en comparación con las sales simples de magnesio y afectan al sabor del producto de sal obtenido.

[0029] En realizaciones preferidas, la sal producida con la presente invención contiene al menos un 2% en peso de cloruro de potasio, pero preferiblemente al menos aproximadamente un 10% en peso y más preferiblemente al menos aproximadamente un 20% en peso de cloruro de potasio y aún más preferiblemente al menos aproximadamente un 25% en peso de cloruro de potasio, tal como al menos aproximadamente un 30% en peso.

[0030] En otras realizaciones, la sal según la presente invención tiene un perfil de minerales más parecido al perfil de la sal del agua de mar, que comprende KCl en el intervalo de aproximadamente 2-4% en peso, NaCl en el intervalo de aproximadamente 60-75% en peso, además de los otros minerales que se encuentran en el agua de mar, magnesio (predominantemente como cloruro de magnesio y sulfato de magnesio), calcio y otros componentes menores.

[0031] En contraste con los sistemas convencionales de cristalizadores de sales, no hay una purga de la salmuera en ninguna etapa, y en cambio la salmuera se recircula, aumentando así la concentración de sales más solubles y los minerales que se encuentran en baja concentración en la salmuera inicial, en la solución madre del cristalizador, hasta que se alcanza esencialmente un estado estacionario.

[0032] El material de partida en el proceso es salmuera concentrada, que es habitualmente agua de mar que se ha concentrado. El yeso se retira de la fuente de agua de mar normalmente mediante la técnica de siembra convencional, que asciende al 3-4%, antes de la evaporación final para obtener la salmuera concentrada.

[0033] La salmuera del material de partida se concentra hasta una concentración de sal preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 5-30% en peso, tal como habitualmente en el intervalo de aproximadamente 15-30% en peso, y más preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 25-30% en peso. La concentración específica de la salmuera al inicio del proceso puede depender de condiciones específicas, los medios que se disponen para la evaporación, etc. En las realizaciones en las que se desea una sal con un contenido sustancial de potasio, se mezcla cloruro de potasio con la salmuera, el cloruro de potasio se añade preferiblemente como un sólido a la salmuera. La cantidad y la concentración de cloruro de potasio añadido a la salmuera inicial dependerán de la concentración final deseada de cloruro de potasio y la proporción deseada de potasio con respecto a sodio en el producto final.

[0034] Durante una fase de puesta en marcha inicial cuando se inicia un sistema y procedimiento de la presente invención, tal como cuando se inicia un nuevo sistema, o cuando se vuelve a iniciar un sistema después de vaciado y limpieza, etc. la concentración de los componentes menores y componentes traza se acumula en la solución madre en el cristalizador. Estos compuestos no pueden escapar del cristalizado, sino junto con los cristales formados que pasan a través de la columna de lavado a la unidad de separación. Parte de la solución madre inevitablemente acompañará a los cristales en la columna de lavado, generalmente en el orden de aproximadamente 65% en peso del flujo total de masa.

[0035] Sin embargo, al hacer pasar el líquido de aclarado que puede ser al menos una parte de la salmuera mixta a través de la unidad de lavado como una contracorriente del lavado que aclara los cristales, se diluye el líquido que se pasa junto con los cristales a la unidad de separación, la cantidad depende de la cantidad de salmuera mixta que se pasa a través de la columna de lavado, es decir, el factor de dilución del líquido que circula junto con los cristales del cristalizador. De este modo, una parte sustancial del material en el líquido madre que entra inicialmente en la unidad de lavado con los cristales se transfiere de nuevo al cristalizador. Esto reduce la concentración de minerales menores en la superficie de los cristales húmedos, que afectarán positivamente a las propiedades organolépticas de los cristales y reducirán el sabor amargo de la sal obtenida, que puede resultar cuando un exceso de solución madre con alta concentración de sales de magnesio se seca en la superficie de cristal de sal. En general, el intervalo de 1 a 100% de la salmuera concentrada se transfiere a través de la unidad de lavado al cristalizador, tal como el intervalo de 1-80% o el intervalo de 1-50%, y más preferiblemente el intervalo de aproximadamente 1-20%, tal como el intervalo de aproximadamente 2-20%, o más preferiblemente el intervalo de aproximadamente 2-10%, tal como aproximadamente 2%, aproximadamente 5% o aproximadamente 10%.

[0036] En otras realizaciones, se puede utilizar agua o una solución de sal, tal como una solución de cloruro de sodio, como líquido de aclarado, para lavar los cristales que se transfieren desde el cristalizador a la unidad de separación.

[0037] Cabe indicar que la unidad de lavado no se limita a columnas de lavado, ya que son posibles también otras disposiciones de lavado/aclarado, tal como un tubo transportador o similar.

[0038] Un parámetro "factor de lavado" (factor de dilución) se define que es la proporción entre el volumen de líquido que pasa a través de la columna de lavado como líquido de lavado en contracorriente frente al volumen de solución madre que entra junto con cristales en la columna de lavado. El factor de lavado se controla mediante el control de la velocidad de flujo y la cantidad de salmuera alimentada a través de la columna de lavado. El factor de lavado está generalmente en el intervalo de aproximadamente 0,5-50, tal como en el intervalo de 0,5-25 y más preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0,5-10, tal como en el intervalo de 1-10, o más preferiblemente en el intervalo de 1-5, tal como aproximadamente 1, aproximadamente 2,5 o adecuadamente de aproximadamente 5.

[0039] Los cristales húmedos y aclarados que salen del cristalizador a través de la columna de lavado se pasan a una unidad de separación que es preferiblemente una centrífuga, tal como una centrífuga del tipo empuje. La unidad de separación separa preferiblemente suficiente líquido de los cristales de sal para proporcionar los cristales de sal hasta una sequedad de al menos en el intervalo de aproximadamente 90-98% en peso, es decir que contiene no más de aproximadamente 2-10% en peso de humedad, tal como en el intervalo de 2-4% en peso de humedad. El exceso de agua que se separa de los cristales se devuelve al cristalizador. Los cristales obtenidos pueden secarse aún más si se desea.

5 **[0040]** Como los minerales menores alcanzarán una concentración mucho más elevada en la solución madre que en la salmuera mixta, algunos minerales estarán comprendidos en el cantidad menor de líquido atrapado dentro de los cristales (es decir, líquido que no se separa por aclarado de los cristales), ya que este líquido tiene la misma alta concentración de minerales menores que la solución madre. De este modo, el producto de sal contendrá todos los minerales originales que se encuentran en baja concentración en la salmuera original. Mediante el aclarado de los cristales en la unidad de lavado, se asegura sin embargo que no se depositará demasiado de los minerales menores concentrados sobre las superficies de los cristales de sal.

10 **[0041]** En otro aspecto, la invención establece un sistema para producir la sal siguiendo el procedimiento de la presente invención, comprendiendo el sistema como componentes principales un recipiente de mezcla (1) para la mezcla de salmuera concentrada y cloruro de potasio, una columna de lavado (2) conectada al recipiente de mezcla (1) a través de un conducto (3), un cristalizador (4) conectado a dicha columna de lavado, y una unidad de separación (5), que permite que los cristales formados en el cristalizador se alimenten a través de la columna de lavado a dicha unidad de separación, comprendiendo además el sistema un conducto para la retroalimentación del líquido separado de los cristales de sal en dicha unidad de separación a dicho cristalizador.

15 **[0042]** El cristalizador puede ser cualquiera de un tipo adecuado de los diversos tipos bien conocidos por el experto en la materia, incluyendo, pero sin limitación, un cristalizador al aire libre, un cristalizador de circulación forzada, un cristalizador de película descendente, un cristalizador de circulación inducida, y un cristalizador de tubo de aspiración-deflector.

20 **[0043]** El conducto (3) que alimenta la salmuera mixta desde el recipiente de mezcla incluye una desviación para dirigir al menos una parte de la salmuera mixta alimentada a través de la columna de lavado. En algunas realizaciones, sustancialmente toda la salmuera mixta que se transfiere se dirige a través de la columna de lavado, sin embargo en otras realizaciones útiles, una parte de la salmuera mixta transferida se dirige a través de la unidad de lavado, tal como en un intervalo mencionado anteriormente. La parte restante de la salmuera transferida se transfiere directamente al cristalizador sin pasar a través de la unidad de lavado.

25 **[0044]** El sistema comprende preferiblemente un sistema de control con sensores e interruptores regulados para controlar uno o más de los siguientes parámetros: la velocidad de flujo de la salmuera mixta desde el recipiente de mezcla, el nivel de solución madre en el cristalizador, el calor liberado al cristalizador, y la proporción de salmuera mixta transferida a través de la columna de lavado.

35 EJEMPLOS

Ejemplo 1. "Sal Vida" que contiene 41% de NaCl, 41% de KCl, 1,9% de Mg, además de minerales traza:

[0045]

40 1. Se prepara una mezcla saturada de NaCl, KCl y sales de Mg con una densidad de 1,25, que contiene 160 g/l de NaCl (12,8%), 160 g/l de KCl (12,8%) y 7,4 g/l de Mg (0,6%) como una mezcla de MgCl₂ y MgSO₄, mediante evaporación del agua de mar después de la adición de KCl sólido para equilibrar la concentración de NaCl. La proporción de los elementos principales es: Na:K:Mg 0,75:1:0,09.

45 2. Preparación de la solución madre: se evapora salmuera saturada tal como se describe en la etapa 1 en un evaporador-cristalizador con la adición constante de salmuera, manteniendo el volumen constante. La sal precipitada se lava con salmuera entrante y se extrae constantemente. No se realiza purga del sistema asegurando de este modo la acumulación de elementos traza en la solución madre.

50 3. La mezcla preparada en la etapa 1 se añade a la solución madre en un cristalizador que contiene una solución de NaCl/KCl/ MgCl₂/MgSO₄ y minerales traza, saturada con respecto a NaCl, KCl y sales de Mg. Contiene 31,2 g/l de NaCl, 29,8 g/l de KCl y 92,3 g/l de Mg como una mezcla de MgCl₂ y MgSO₄.

4. Los cristales de sal procedentes del cristalizador se lavan con una parte de la salmuera (1) en una columna de lavado. Un factor de lavado se define por la siguiente proporción:

$$w = \frac{V_3}{V_1}$$

55 n la que V₃ es el volumen de salmuera utilizada para el lavado de la sal y V₁ es el volumen de solución madre del cristalizador.

60 **[0046]** La concentración de minerales traza en el contenido de humedad de la sal (y) se basa en los siguientes supuestos:

- Los minerales traza en la salmuera de agua de mar (1) es el 0,4% de los minerales totales, es decir representa a 0,004 kg/kg de sal.

- La sal saliente contiene la misma cantidad de mineral traza en solución. Si la sal contiene un 2% de humedad, la concentración de minerales traza en la humedad (x) representarán a:

65

0,004

ES 2 534 176 T3

$$x = \frac{\text{-----}}{0,02} = 0,2 \text{ kg/l}$$

5 - El contenido de minerales traza en la solución madre (x) estará en función de la concentración en la humedad y el factor de lavado.

[0047] Esto se muestra en la tabla 1 en la que la concentración de minerales traza en la humedad de la sal se muestra en función del contenido de agua (%) y la concentración en la solución madre en función del factor de lavado.

10 **Tabla 1.** Concentración de minerales traza en la humedad del cristal (y) y solución madre (x) en función del factor de lavado

% de humedad en la sal	y kg/l	Factor de lavado w	
		w = 0	w = 1
		x kg/l	x kg/l
2	0,20	0,20	0,40
3	0,13	0,13	0,26
4	0,10	0,10	0,20
5	0,08	0,08	0,16

15 Ejemplo 2. "Sal de vida del mar", que contiene 67,7% de NaCl, 1,9% de KCl, 3,2% de Mg y minerales traza:

[0048]

1. Se prepara una mezcla saturada de NaCl, KCl y sales de Mg con una densidad de 1,22, que contiene 235 g/l de NaCl (19,2%), 10 g/l de KCl (0,8%) y 10,4 g/l de Mg (0,8%) como una mezcla de MgCl₂ y MgSO₄, mediante evaporación del agua de mar sin la adición de KCl. La proporción de los elementos principales es: Na:K:Mg 17,8:1,0:2,0.

20 2. La mezcla se añade a la solución madre en un cristizador que contiene una solución de NaCl/KCl/MgCl₂/MgSO₄ y minerales traza saturada con respecto a NaCl, KCl y sales de Mg. Contiene 31,2 g/l de NaCl, 29,8 g/l de KCl y 92,3 g/l de Mg como una mezcla de MgCl₂ y MgSO₄.

25 3. El lavado de los cristales de sal se lleva a cabo en una columna de lavado tal como se describe en el ejemplo 1.

Proporción de minerales en "sal de vida", de los ejemplos 1 y 2:

[0049] Primer supuesto: El material básico en la sal de vida es agua de mar que contiene Na:K:Mg en las proporciones de 8,3:0,3:1 y minerales traza.

30 [0050] Segundo supuesto: Las proporciones variables de los materiales básicos se realizan mediante la adición de KCl, dando lugar a cantidades disminuidas de NaCl, sales de Mg y minerales traza en proporción al KCl añadido.

[0051] Las proporciones se muestran en la tabla 2:

35 **Tabla 2.** Intervalo de porcentaje de minerales en sal vida

Sustancia	Máx. NaCl ("sal de vida del mar"; ejemplo 2)	Mín. NaCl ("sal de vida"; ejemplo 1)
NaCl	67,7	20
KCl	1,9	69,5
sales de Mg	28,4	8,4
Mg	3,2	0,9
Minerales traza	0,7	0,2

REIVINDICACIONES

1. Proceso para preparar un producto de sal derivado de agua de mar, que comprende minerales traza de agua de mar, que comprende las etapas de:
- 5 (a) proporcionar una salmuera concentrada de agua de mar,
 (b) transferir la salmuera concentrada a una unidad de cristalización,
 (c) acumular y mantener una solución madre sustancialmente saturada en los constituyentes principales de la sal, incluyendo cloruro de sodio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, cloruro de potasio y sulfato de potasio,
 10 (d) evaporar líquido de dicho cristizador, de manera que los cristales de diferentes sales forman partículas con una composición sustancialmente homogénea que incluye sales dobles,
 (e) transferir cristales de dicho cristizador a través de una unidad de lavado, que es preferiblemente una columna de lavado, de manera que dichos cristales se aclaran de la solución madre en las superficies de los cristales que deja el cristizador con los cristales, llevándose a cabo dicho aclarado con un líquido de aclarado que se transfiere al cristizador después del aclarado,
 15 (f) recoger dichos cristales aclarados y transferirlos a una unidad de separación, que es preferiblemente una centrífuga, donde se extrae el exceso de líquido de los cristales, y opcionalmente secar los cristales, y
 (g) retroalimentar el exceso de líquido separado al cristizador, obteniendo de este modo un producto de sal que comprende minerales traza.
- 20 2. Proceso, según la reivindicación 1, en el que dicha salmuera concentrada de agua de mar se prepara mediante un proceso que incluye una etapa de evaporación para precipitar sulfato de calcio, que se separa de la salmuera, y en el que dicha salmuera concentrada comprende una concentración de sal en el intervalo de aproximadamente 5-30% en peso y, preferiblemente, en el intervalo de 15-30% en peso y más preferiblemente en el intervalo de 25-30% en peso.
- 25 3. Proceso, según la reivindicación 1, que comprende además mezclar cloruro de potasio con dicha salmuera concentrada de agua de mar antes de la transferencia a dicho cristizador, en el que el cloruro de potasio se mezcla preferiblemente con dicha salmuera para obtener una salmuera mixta con una proporción peso:peso de K con respecto a Na en el intervalo de aproximadamente 1:27 a aproximadamente 5:1.
- 30 4. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dicho líquido de aclarado se selecciona entre:
 a) agua,
 b) una solución de sal,
 c) al menos una parte de dicha salmuera concentrada se utiliza como líquido de aclarado mediante la transferencia de al menos una parte de dicha salmuera concentrada como contracorriente al cristizador a través de dicha unidad de lavado, en el que dicha parte está en el intervalo de aproximadamente 1 a 100% v/v de dicha salmuera concentrada.
- 35 5. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el contenido de minerales traza en el producto de sal refleja sustancialmente la concentración de dichos minerales traza en agua de mar.
- 40 6. Proceso, según la reivindicación 3, en el que dicho producto de sal comprende KCl en el intervalo de 2-70% en peso, y NaCl en el intervalo de 20-60% en peso.
- 45 7. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que después de una fase inicial en la que se consigue un estado estacionario de saturación en la solución madre del cristizador, el nivel de solución madre se mantiene sustancialmente constante mediante la regulación del flujo de entrada al cristizador y la temperatura en el cristizador se mantiene sustancialmente constante.
- 50 8. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la salmuera no se purga durante la operación, sino que el material sólo deja el sistema como producto de sal o minerales traza solubles obtenidos de la unidad de separación, y como vapores del cristizador.
9. Sistema para producir sal, que comprende:
 - un recipiente (1) de salmuera para salmuera concentrada,
 - una unidad de lavado (2) conectada al recipiente (1) con un conducto (3),
 55 - un cristizador (4) conectado a dicha columna de lavado, y
 - una unidad de separación (5), que permite que los cristales formados en el cristizador se alimenten a través de la columna de lavado a dicha unidad de separación, que es preferiblemente una centrífuga de tipo empuje,
 - un conducto (6) para retroalimentar el líquido separado de los cristales de sal en dicha unidad de separación a dicho cristizador,
 60 - un conducto (7) para alimentar la salmuera de la columna de lavado al cristizador,
 - adicionalmente un conducto de desviación (8) que permite que parte de la salmuera se alimente directamente al cristizador y parte de la misma a la columna de lavado.
- 65 10. Sistema, según la reivindicación 9, en el que dicho cristizador es de un tipo seleccionado entre un cristizador al aire libre, un cristizador de circulación forzada, un cristizador de película descendente, un cristizador de circulación inducida, y un cristizador de tubo de aspiración-deflector.

11. Sistema, según la reivindicación 9, en el que la evaporación y la cristalización se realizan en unidades separadas.
- 5 12. Sistema, según la reivindicación 9, en el que el recipiente de salmuera (1) está configurado para permitir la adición de cloruro de potasio a la salmuera concentrada.
13. Sistema, según la reivindicación 9, sin la adición de KCl.
- 10 14. Proceso, según la reivindicación 3, en el que el cloruro de potasio se extrae de salmuera geotérmica.
- 15 15. Proceso, según la reivindicación 1, en el que dicho cristizador comprende dos unidades, una unidad de evaporación y una unidad de cristalización, y en el que en la etapa d) el líquido se evapora de dicha unidad de evaporación y se forman cristales en dicha unidad de cristalización, en el que dicha unidad de cristalización se mantiene preferiblemente a una temperatura inferior que dicha unidad de evaporación.

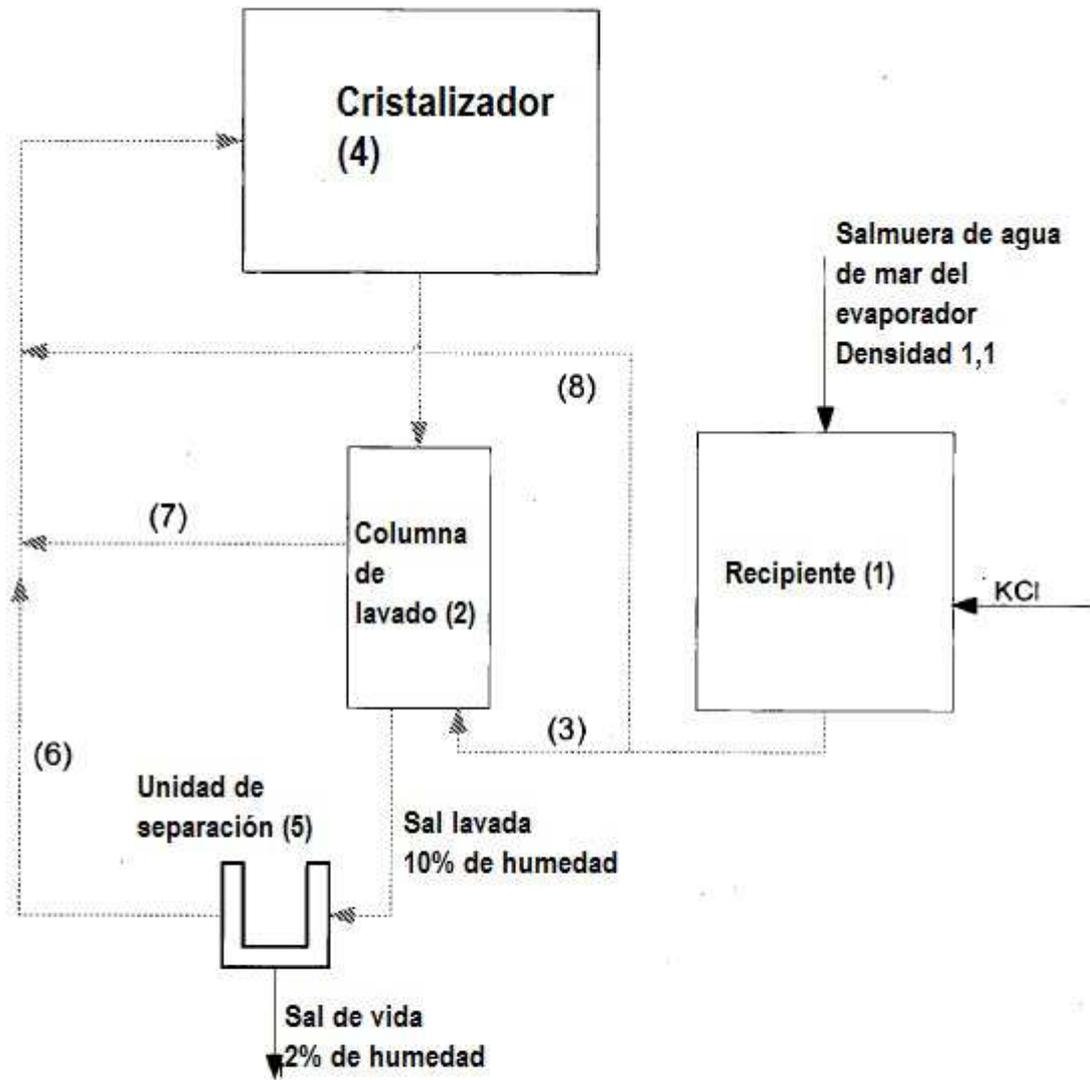


Figura 1