

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 461**

51 Int. Cl.:

C13B 20/06 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2010 PCT/US2010/056381**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2011 WO11060169**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2010 E 10830732 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2499266**

54 Título: **Composiciones y procedimientos para mejorar el aclaramiento por carbonatación de licores y jarabes de azúcar**

30 Prioridad:

11.11.2009 US 260166 P
09.11.2010 US 942082

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.03.2017

73 Titular/es:

CARBO - UA LIMITED (100.0%)
P.O. Box 5126
Beverly Hills, California 90209-5126, US

72 Inventor/es:

SARIR, EMMANUEL, M. y
BUSHONG, JAMES

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 607 461 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

Composiciones y procedimientos para mejorar el aclaramiento por carbonatación de licores y jarabes de azúcar

La presente invención se refiere generalmente a un método para mejorar el aclaramiento por carbonatación de licores y jarabes de azúcar, ofreciendo composiciones de materia y procedimientos que las incorporan.

5 Técnica relacionada

Las normas de la industria en el aclaramiento de licores y jarabes de azúcar incluyen un procedimiento de fosfatación o de carbonatación (Cane Sugar Handbook, 12ª Ed., páginas 454-455). En el procedimiento de aclaramiento por carbonatación, se añaden cal y dióxido de carbono a los licores o jarabes de azúcar, para formar un sólido cristalino de carbonato de calcio. La formación del carbonato de calcio atrapa impurezas en y alrededor de la matriz cristalina, y el licor así tratado se hace pasar a través de un procedimiento de filtración para eliminar el carbonato de calcio y las impurezas eliminadas de aquél. Los cristales de carbonato de calcio también actúan como un auxiliar de filtración, eliminando de este modo impurezas adicionales a través de medios de filtración físicos, ya que los cristales de carbonato de calcio se acumulan en los filtros. Se pueden añadir beneficiosamente coagulantes poliméricos, tales como los ejemplificados por coagulantes de amonio cuaternario, para potenciar la eliminación del color del procedimiento de carbonatación (Cane Sugar Handbook, 12ª Ed., página 455).

Procedimientos más recientes para el aclaramiento de licores y jarabes de azúcar incluyen los ejemplificados por la patente US US nº 5.281.279 de Gil et al. Esta patente describe un procedimiento para producir azúcar refinada a partir de zumos de azúcar brutos. El procedimiento incluye añadir un floculante para tratar el zumo de azúcar bruto, en el que el floculante se selecciona del grupo de cal, una fuente de iones de fosfato, polielectrolito, y combinaciones de los mismos. El zumo así tratado se concentra mediante evaporación para formar un jarabe, con un tratamiento subsiguiente por el floculante, después se filtra, y después se decolora y se eliminan las cenizas usando resina de intercambio iónico.

En la patente US nº 4.247.340, Cartier reivindica un procedimiento para purificar disoluciones de azúcar impuras, incluyendo la decoloración y aclaramiento simultáneos, que comprende poner en contacto las disoluciones de azúcar impuras con resinas de intercambio iónico submicroscópica en las formas de perlas aproximadamente esféricas, teniendo dicha resina de intercambio iónico diámetros de alrededor de 0,01 a 1,5 micrómetros, seguido de la separación de esta resina de intercambio iónico de la disolución de azúcar. Las partículas de la resina de intercambio iónico se pueden separar en forma de un flóculo, en el que el flóculo se puede formar a partir de impurezas en la disolución de azúcar impura, o añadiendo agente floculante suficiente en la disolución de azúcar para flocular todas las partículas de resina.

Otro ejemplo de aclaramiento de azúcar propuesto más recientemente incluye el de la patente US nº 5.262.328 de Clarke et al, que detalla una composición para el aclaramiento de zumos que tienen azúcar y productos relacionados. La composición comprende una mezcla seca en polvo de hidróxido de cloruro de aluminio, cal, y bentonita activada. La composición también puede incluir un agente floculante polimérico, tal como una poliacrilamida.

La patente US nº 4.382.823 de Gudnason enseña el uso de una combinación de cal y ácido fosfórico, o una combinación de cal y sulfato de aluminio en una etapa de aclaramiento del flóculo del refinado de azúcar.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención proporciona composiciones y procedimientos para el aclaramiento mejorado por carbonatación de licores y jarabes de azúcar. El procedimiento puede incluir añadir una composición a un jarabe de azúcar, en el que la composición incluye al menos un reactivo de azufre en partículas y uno o más sólidos en partículas seleccionado de (A) un reactivo de sílice, (B) un reactivo de fósforo en partículas, (C) un reactivo carbonado en partículas, (D) un reactivo de aluminio en partículas, (E) un auxiliar de la filtración en partículas, por ejemplo tierra de diatomeas o perlita, (F) un decolorante polimérico, y (G) un reactivo de amonio en partículas que comprende al menos un grupo amonio (NH₄) en la fórmula química. El reactivo de azufre en partículas es un compuesto con una fórmula que incluye al menos un átomo de azufre y al menos tres átomos de oxígeno. El reactivo de fósforo en partículas es un compuesto que incluye al menos un átomo de fósforo y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química. El reactivo de aluminio en partículas es un compuesto que incluye al menos un átomo de aluminio y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química. El reactivo de amonio en partículas es un compuesto que tiene al menos un grupo amonio (NH₄) en la fórmula química.

En algunas realizaciones, la composición incluye un reactivo de azufre en partículas, un reactivo carbonado en partículas y un decolorante polimérico. Realizaciones de la composición incluyen un reactivo de fósforo en partículas. Otras realizaciones del procedimiento para tratar un licor carbonatado en un procedimiento de refinado de azúcar implican añadir a un licor carbonatado una composición que incluye un reactivo carbonado en partículas y un decolorante polimérico, y opcionalmente uno o más sólidos en partículas seleccionados del grupo que consiste en (A) un reactivo de azufre en partículas, (B) un reactivo de sílice, (C) un reactivo de fósforo en partículas, (D) un reactivo de aluminio en partículas, (E) un auxiliar de la filtración en partículas, y (F) un reactivo de amonio en

partículas. La composición se puede añadir antes de la filtración del licor carbonatado. En otras realizaciones, el procedimiento incluye añadir a un jarabe de azúcar una composición que contiene al menos un reactivo de azufre en partículas, antes de la filtración del licor carbonatado. En realizaciones, la composición se añade tras el saturador de carbonatación final. En otras realizaciones, la composición se añade al licor carbonatado en un tanque de retención del licor carbonatado. La composición se puede añadir como (a) componentes individuales, (b) una combinación de componentes individuales y una premezcla de componentes, o (c) una composición de mezcla prefabricada.

La invención también es una composición para uso en el refinado de azúcar, en el que la composición incluye al menos un reactivo de azufre en partículas, y uno o más sólidos en partículas seleccionados del grupo que consiste en (A) un reactivo de sílice, (B) un reactivo de fósforo en partículas, (C) un reactivo carbonado en partículas, (D) un reactivo de aluminio en partículas, (E) un auxiliar de la filtración en partículas, (F) un decolorante polimérico, y (G) un reactivo de amonio en partículas. Realizaciones ejemplares incluyen un reactivo carbonado en partículas y un decolorante polimérico; un reactivo de fósforo en partículas; un reactivo carbonado en partículas, un decolorante polimérico y un reactivo de fósforo en partículas; o un reactivo de amonio en partículas.

Las composiciones ejemplares pueden incluir de alrededor de 15% a alrededor de 50% de un decolorante polimérico en el estado comercialmente disponible, de alrededor de 50% a alrededor de 75% del reactivo carbonado en partículas, y de alrededor de 1% a alrededor de 15% del reactivo de azufre en partículas. Las realizaciones ejemplares pueden incluir de alrededor de 30% a alrededor de 40% de una disolución de decolorante polimérico, en el que la disolución de decolorante polimérico que se prepara a partir de alrededor de 10% a 85% de decolorante polimérico en el "estado comercialmente disponible como tal", comprendiendo el resto agua u otro disolvente adecuado, de alrededor de 55% a alrededor de 65% del reactivo carbonado en partículas, y de alrededor de 2% a alrededor de 12% del reactivo de azufre en partículas. Las realizaciones pueden incluir uno o más de (A) un reactivo de aluminio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 15%, (B) un reactivo de sílice en una cantidad que oscila de alrededor de 1% a alrededor de 20% de la mezcla total, (C) un reactivo de fósforo en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 25% de la mezcla total, (D) un auxiliar de la filtración en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 40% de la mezcla total, y (E) un reactivo de amonio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 20% de la mezcla total. En realizaciones que incluyen un reactivo de azufre en partículas y un reactivo de fósforo en partículas, la relación de reactivo de azufre en partículas a reactivo de fósforo en partículas puede ser de alrededor de 5:1 a alrededor de 1:2, o de alrededor de 4:1 a alrededor de 1:3. Las realizaciones pueden incluir uno o más de (A) un reactivo de aluminio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 5 a alrededor de 5% de la mezcla total, (B) un reactivo de sílice en una cantidad que oscila de alrededor de 1% a alrededor de 20% de la mezcla total, (C) un reactivo carbonado en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 5% a alrededor de 85% de la mezcla total, (D) un auxiliar de la filtración en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 5% a alrededor de 50% de la mezcla total, (E) un reactivo de amonio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 50% de la mezcla total, y (F) un decolorante polimérico en una cantidad que oscila de alrededor de 10% a alrededor de 50% de la mezcla total. Una composición ejemplar incluye de alrededor de 10% a alrededor de 30% de un decolorante polimérico en el estado comercialmente disponible, de alrededor de 2% a alrededor de 15% de un reactivo de fósforo en partículas, de alrededor de 15% a alrededor de 40% de un reactivo de azufre en partículas, y de alrededor de 35% a alrededor de 55% de un reactivo carbonado en partículas.

Una composición ejemplar para uso en la carbonatación de azúcar incluye un reactivo carbonado en partículas y un decolorante polimérico, y opcionalmente incluye al menos un sólido en partículas seleccionado del grupo que consiste en (A) un reactivo de azufre en partículas, (B) un reactivo de sílice, (C) un reactivo de fósforo en partículas, (D) un reactivo de aluminio en partículas, (E) un auxiliar de la filtración en partículas, y (F) un reactivo de amonio en partículas.

La presente invención proporciona ventajas con respecto a las metodologías existentes que no se han obtenido previamente. La invención permite una mayor capacidad y rendimiento en el procedimiento de refinado del azúcar. Esto puede permitir una mayor producción por unidad de tiempo, o una disminución en el tiempo requerido para producir la misma cantidad de azúcar. Las composiciones y procedimientos de la presente invención también proporcionan un azúcar mucho más refinado tras el procedimiento de aclaramiento. Esto puede reducir o eliminar la necesidad de procedimientos adicionales aguas abajo, tal como el aclaramiento con resina de intercambio iónico y con carbono. La eliminación o reducción de la necesidad de procedimientos aguas abajo puede reducir el tiempo de refinado, reduce los costes de sustancias químicas, y proporciona ahorros al reducir la necesidad de la eliminación de desechos de sustancias químicas. Los azúcares aclarados usando composiciones y métodos según la invención también muestran habitualmente menos turbidez, menos materia insoluble, y menos color.

Nuevas características adicionales y otras ventajas de la presente invención serán manifiestas a partir de la siguiente descripción detallada, discusión y a partir de las reivindicaciones anejas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Aunque se describirán ahora realizaciones específicas de la presente invención, se debería entender que tales realizaciones son a título de ejemplo solamente y meramente ilustrativas de un número más que pequeño de las muchas realizaciones específicas posibles que pueden representar aplicaciones de los principios de la presente

invención. Los cambios y modificaciones por personas expertas en la técnica a la que pertenece la presente invención están dentro del espíritu, alcance y contemplación de la presente invención como se define posteriormente en las reivindicaciones anejas. Todas las referencias citadas aquí se incorporan como referencia como si cada una se hubiese incorporado individualmente.

5 La presente invención incluye composiciones y métodos para mejorar la etapa de carbonatación en el procesamiento del azúcar. El refinado del azúcar puede utilizar procedimientos de carbonatación en los que el gas de dióxido de carbono se burbujea en el licor o jarabe de azúcar que se trata previamente con cal, habitualmente un saturador de carbonatación. Según la invención, las composiciones descritas aquí se pueden añadir directamente al licor carbonatado tras el último saturador de carbonatación, pero antes de la filtración del licor carbonatado. Al
10 menos algo de las composiciones se puede añadir a otras partes del procedimiento de refinado como se describe posteriormente más abajo. La mayoría de las refinerías de azúcar que emplean la carbonatación operan con dos saturadores de carbonatación en serie. Por lo tanto, en tales refinerías las composiciones se añaden al licor o jarabe de azúcar tras el segundo saturador en serie (es decir, el segundo saturador en serie es el “último saturador de carbonatación”). Si la refinería opera con 3 o 4 saturadores de carbonatación en serie, el “último saturador de carbonatación” es el 3^{er} o 4^o saturador, respectivamente, y etc. para sistemas con más de 4 saturadores de carbonatación.
15

Generalmente hablando, en el procedimiento de refinado hay uno o más tanques de retención del licor carbonatado que aceptan el flujo desde los saturadores de carbonatación. En estos tanques de retención (o simplemente “tanque de retención”, incluso si hay más de uno de tales tanques de retención, en serie o paralelo), el licor carbonatado se
20 agita habitualmente para mantener en disolución el sólido cristalino de carbonato de calcio, y evitar la sedimentación del carbonato de calcio fuera de la disolución. El tanque de retención del licor carbonatado puede retener habitualmente suficiente licor durante al menos 15 minutos, y frecuentemente 30 a 60 minutos, del flujo del procedimiento. El volumen del tanque de retención se escoge para servir como una zona “de reserva” para mantener estacionario el flujo en la refinería, incluso en el caso de alteraciones menores del procedimiento. Cuando está presente, el tanque de retención proporciona un entorno adecuado para permitir un mezclamiento y un tiempo de reacción adecuados con las composiciones de la presente invención. En consecuencia, en sistemas con tanques de retención, las composiciones de la presente invención se pueden añadir directamente al tanque de retención del licor carbonatado, o en algún punto aguas arriba del tanque de retención del licor carbonatado pero aguas abajo del último saturador de carbonatación. Si no se usa ningún tanque de retención del licor carbonatado, las composiciones
25 se pueden añadir preferiblemente en cualquier parte aguas arriba de la filtración de la primera etapa del licor carbonatado pero aguas abajo del último saturador de carbonatación, por ejemplo cerca del flujo de salida del licor del último saturador de carbonatación. No obstante lo anterior, las composiciones también se pueden añadir en cualquier otro punto en el procedimiento de purificación del azúcar.
30

Las composiciones se mezclan íntimamente en los licores o jarabes de azúcar, y se dejan reaccionar durante un tiempo suficiente con los licores o jarabes de azúcar de manera que proporcionan una mejora en alguna característica del licor aclarado obtenido a partir de ellos. Se han identificado varias composiciones que se pueden usar para mejorar el procedimiento de carbonatación. En general, las composiciones pueden incluir uno o más componentes seleccionados de un reactivo de azufre en partículas, un reactivo de fósforo en partículas, un reactivo de aluminio en partículas, un reactivo de sílice, un reactivo carbonado en partículas, un auxiliar de la filtración en partículas, un reactivo de amonio en partículas, y un decolorante polimérico. Algunos de los componentes de las presentes composiciones se han utilizado previamente en el procedimiento de refinado del azúcar. Sin embargo, se ha encontrado que el tratamiento de azúcares que han pasado a través del procedimiento de carbonatación con las composiciones descritas aquí proporcionan resultados y ventajas superiores con respecto a procedimientos existentes.
35

45 La expresión “licor carbonatado” o “licor de azúcar carbonatado”, como se usa aquí, se refiere al licor que existe procedente del último saturador de carbonatación y antes de la primera etapa de filtración.

La expresión “licor de azúcar” o “jarabe de azúcar”, como se usa aquí, se refiere a cualquier licor o jarabe que contiene un azúcar. En realizaciones ejemplares, el azúcar deriva de una fuente vegetal, tal como, por ejemplo, maíz, caña o remolachas. Los ejemplos de licores y/o jarabes de azúcar incluyen disoluciones de licores o jarabes de azúcar de caña o de remolacha, edulcorantes derivados de hidrolizado de almidón tales como jarabe de maíz rico en fructosa y glucosa, y otros que se usan en la técnica.
50

La expresión “decolorante polimérico”, como se define aquí, se refiere a polímeros orgánicos que se clasifican frecuentemente como un precipitante de color para uso en disoluciones de azúcar, y pueden ser típicamente una sustancia líquida o cerosa. Es aceptable cualquier decolorante polimérico que se pueda usar en el procesamiento de la purificación del azúcar, por ejemplo aquellos que contienen una carga positiva en un átomo de nitrógeno. Los decolorantes poliméricos ejemplares incluyen polímeros de dimetilamina-epiclorohidrina tales como Magnafloc LT-31, polímeros de cloruro de dimetildialquilamonio tales como Magnafloc LT-35 suministrados por Ciba Chemicals, y cloruro de dimetil-di-sebo amonio. El decolorante polimérico se puede preparar como una disolución diluida en agua u otro disolvente adecuado; excepto que se indique de otro modo, el porcentaje en peso del decolorante polimérico de la mezcla se define aquí como el porcentaje en peso de la disolución de polímero añadida a la mezcla, independientemente de si la disolución del polímero se añade en el “estado comercialmente disponible como tal”
55
60

(típicamente 30-50% de contenido de sólidos) o en un “estado diluido posterior” con agua o con otro disolvente adecuado. Si el decolorante polimérico se diluye primero en agua u otro disolvente adecuado, se puede diluir desde alrededor de 5 a 95% en peso del polímero en el “estado comercialmente disponible como tal” con respecto al disolvente, por ejemplo de alrededor de 10 a 80% en peso de polímero en el “estado comercialmente disponible como tal”, o de alrededor de 40 a 75% en peso de polímero en el “estado comercialmente disponible como tal”, comprendiendo el resto agua u otro disolvente adecuado. En otros ejemplos, el decolorante polimérico comercialmente disponible se puede diluir con agua en una relación de alrededor de 3:1 de decolorante comercialmente disponible a agua a alrededor de 1:3 de decolorante comercialmente disponible a agua. Por ejemplo, las disoluciones de decolorante polimérico se pueden preparar añadiendo alrededor de tres partes del reactivo comercialmente disponible a alrededor de una parte de agua, o alrededor de 2 partes del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 1 parte de agua, o alrededor de 1 parte del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 1 parte de agua, o alrededor de 1 parte del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 2 partes de agua, o alrededor de 1 parte del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 3 partes de agua. Las disoluciones acuosas, por ejemplo una disolución de azúcar de una disolución que contiene uno o más reactivos en partículas como se describe aquí, se pueden usar para diluir el decolorante polimérico comercialmente disponible, en lugar de agua pura. La dilución del decolorante polimérico a partir del “estado comercialmente disponible como tal” puede facilitar el mezclamiento del decolorante polimérico con diversos polvos según diversas realizaciones de la presente invención.

La expresión “auxiliar de filtración en partículas”, como se define aquí, se refiere a cualquier sólido en partículas que se clasifica generalmente como un auxiliar de la filtración. Es aceptable cualquier auxiliar de la filtración adecuado para uso en el procesamiento de la purificación del azúcar. Los auxiliares de la filtración en partículas ejemplares incluyen auxiliares de la filtración de tipo tierra de diatomeas o perlita.

Para la incorporación en el procedimiento de la presente invención, se han identificado varias composiciones de materia. Las composiciones pueden incluir uno o más componentes seleccionados de un reactivo de azufre en partículas, un reactivo de fósforo en partículas, un reactivo de aluminio en partículas, un reactivo de sílice, un reactivo carbonado en partículas, un auxiliar de la filtración en partículas, un reactivo de amonio en partículas, y un decolorante polimérico. Algunos de los componentes de las presentes composiciones se han utilizado previamente en el procedimiento de refinado del azúcar. Sin embargo, se ha encontrado que el tratamiento con las composiciones proporcionadas en la presente invención, y según los procedimientos de la presente invención, proporciona resultados y ventajas superiores con respecto a los procedimientos existentes.

En realizaciones ejemplares, el tamaño de partículas de en la composición puede estar en el intervalo de, o puede tener un tamaño de partículas promedio en el intervalo de, por ejemplo, alrededor de 0,01 micrómetros hasta alrededor de 300 micrómetros; de alrededor de 1 micrómetro a alrededor de 300 micrómetros; de alrededor de 30 micrómetros a alrededor de 300 micrómetros; o de alrededor de 50 micrómetros a alrededor de 250 micrómetros.

El reactivo de azufre en partículas es un sólido en partículas que incluye al menos un átomo de azufre y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química. Por ejemplo, el sólido puede incluir un compuesto o ion que tiene la fórmula S_yO_x , en la que y es generalmente 1-2, y $x \geq 2,0y$. En reactivos de azufre en partículas ejemplares, cuando $y = 1$, x es 3 o más, y cuando $y = 2$, x = 4 o más. Los ejemplos de reactivos de azufre en partículas incluyen sales de sulfito (SO_3^{2-}), sales de bisulfito (HSO_3^-), sales de sulfato (SO_4^{2-}), sales de hidrogenosulfato (HSO_4^-), sales de metabisulfito ($S_2O_5^{2-}$), sales de hidrosulfito ($S_2O_4^{2-}$), y otras. Ejemplos específicos incluyen sulfito de sodio, sulfito de amonio, bisulfito de sodio, metabisulfito de sodio, sulfato de sodio, bisulfato de sodio, e hidrosulfito de sodio (ditionito de sodio). Las personas expertas en la técnica reconocerán compuestos adicionales que son reactivos de azufre en partículas adecuados.

El reactivo de fósforo en partículas es un sólido en partículas que incluye al menos un átomo de fósforo y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química. Por ejemplo, el sólido puede incluir un compuesto o ion que tiene la fórmula P_yO_x , en la que y es generalmente 1-2, y $x \geq 2,0y$. En reactivos de fósforo en partículas ejemplares, cuando $y = 1$, x es 3 o más, y cuando $y = 2$, x = 4 o más. Los ejemplos de reactivos de fósforo en partículas incluyen compuestos de hidrogenofosfito (HPO_3^{2-}), compuestos de fosfato monobásico ($H_2PO_4^{1-}$), compuestos de fosfato dibásico (HPO_4^{2-}), compuestos de pirofosfato ácido ($H_2P_2O_7^{2-}$), y compuestos de metafosfato (PO_3). Ejemplos específicos incluyen hidrogenofosfito de sodio (Na_2HPO_3), hidrogenofosfito de amonio ($(NH_4)_2HPO_3$), fosfato monobásico de sodio (NaH_2PO_4), fosfato monobásico de calcio ($Ca(H_2PO_4)_2$), fosfato monobásico de amonio ($NH_4H_2PO_4$), fosfato dibásico de sodio (Na_2HPO_4), fosfato dibásico de amonio ($(NH_4)_2HPO_4$), y pirofosfato ácido de sodio ($Na_2H_2P_2O_7$). Las personas expertas en la técnica reconocerán compuestos adicionales que son reactivos de fósforo en partículas adecuados.

El reactivo de aluminio en partículas es un sólido en partículas seleccionado del grupo de compuestos de aluminio que comprenden al menos un átomo de aluminio y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química. Los ejemplos específicos incluyen sulfato de amonio y aluminio ($AlNH_4(SO_4)_2$), hidroxiclorigenato de aluminio ($Al_2(OH)_5Cl$), óxido de aluminio (Al_2O_3), sulfato de potasio y aluminio ($AlK(SO_4)_2$), sulfato de sodio y aluminio ($AlNa(SO_4)_2$), sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), y diversas permutaciones de compuestos referidas frecuentemente como policloruros de aluminio o clorhidratos de aluminio que se designan por la fórmula general $(Al_nCl_{(3n-m)}(OH)_m)$. Las personas expertas en la técnica reconocerán compuestos adicionales que son reactivos de aluminio en partículas adecuados.

El reactivo de sílice es un sólido en partículas que se clasifica como una sílice amorfa o como un dióxido de silicio amorfo (SiO_2 amorfo). Estos reactivos de sílice también se denominan algunas veces como "sílice precipitada". En realizaciones, el reactivo de sílice se puede añadir como un sol-gel.

5 El reactivo carbonado en partículas es un sólido en partículas que se clasifica como un carbón activado, y se denomina de forma intercambiable aquí como carbón activado en partículas. Se puede usar cualquier carbón activado en partículas; los reactivos carbonados ejemplares incluyen carbonos activados decolorantes tales como carbonos decolorantes activados por ácidos. Un reactivo carbonado en partículas puede ser cualquier reactivo carbonado en partículas adecuado para uso en un procedimiento de refinado de azúcar. En realizaciones ejemplares, el reactivo carbonado en partículas puede estar en el intervalo de, o puede tener un tamaño de
10 partículas promedio en el intervalo de, por ejemplo, alrededor de 0,01 micrómetros hasta alrededor de 300 micrómetros; de alrededor de 1 micrómetro a alrededor de 300 micrómetros; de alrededor de 5 micrómetros a alrededor de 250 micrómetros; o de alrededor de 50 micrómetros a alrededor de 250 micrómetros.

15 El reactivo de amonio en partículas es un sólido en partículas que contiene una fuente de amonio (NH_4^+). Los ejemplos específicos incluyen bicarbonato de amonio (NH_4HCO_3), fosfato dibásico de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$), hidrogenofosfito de amonio, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$, y fosfato monobásico de amonio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$). En algunas realizaciones, el reactivo de amonio en partículas es un compuesto que proporciona una fuente de amonio (NH_4^+) que obtiene un pH en disolución acuosa mayor que 7,0. Las personas expertas en la técnica reconocerán compuestos adicionales que son reactivos de amonio en partículas adecuados.

20 Las composiciones según la invención se pueden añadir directamente al tanque de retención del licor carbonatado, si se usa, o en algún punto aguas arriba de la primera etapa de filtración del licor carbonatado, pero aguas abajo del último saturador de carbonatación, así como en cualquier punto en el procedimiento de purificación del azúcar. En general, las composiciones que contienen múltiples constituyentes pueden algunas veces proporcionar resultados mejorados. Las composiciones se pueden añadir al procedimiento como componentes individuales, o primero se preparan como mezclas fabricadas y se añaden como un material compuesto al procedimiento. Las composiciones
25 también se pueden añadir mezclando algunos componentes antes de la adición, y añadiendo otros componentes individualmente. Los ejemplos de composiciones dentro del alcance de la presente invención incluyen:

30 Realización Ejemplar (1): Al menos un reactivo de azufre en partículas se añade directamente al tanque de retención del licor carbonatado, o en algún punto aguas arriba del tanque de retención del licor carbonatado pero aguas abajo del último saturador de carbonatación. Opcionalmente, además del reactivo de azufre en partículas, la composición puede incluir uno o más del reactivo de fósforo en partículas, reactivo de aluminio en partículas, reactivo de sílice, reactivo carbonado en partículas, auxiliar de la filtración en partículas, un decolorante polimérico, y reactivo de amonio en partículas. En los casos en los que esté presente un componente adicional, el reactivo de azufre puede estar presente en una cantidad de alrededor de 1% a alrededor de 99% (en peso), por ejemplo de alrededor de 10 a 99%, o de alrededor de 20 a 97% de la composición.

35 Realización Ejemplar (2): Una mezcla que contiene al menos un reactivo de azufre en partículas, y al menos un reactivo de fósforo en partículas. En composiciones ejemplares según esta realización, la composición comprende de alrededor de 1% a alrededor de 99% del reactivo de azufre, y de alrededor de 99% a alrededor de 1% del reactivo de fósforo. En otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 10% a alrededor de 90% del reactivo de azufre, y de alrededor de 90% a alrededor de 10% del reactivo de fósforo. En todavía otras realizaciones ejemplares, la composición comprende alrededor de 75% del reactivo de azufre y alrededor de 25%
40 del reactivo de fósforo.

45 Realización Ejemplar (3): Una mezcla que contiene al menos un reactivo de azufre en partículas, y al menos un reactivo de aluminio en partículas. En composiciones ejemplares según esta realización, la composición comprende de alrededor de 1% a alrededor de 99% del reactivo de azufre, y de alrededor de 99% a alrededor de 1% del reactivo de aluminio. En otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 10% a alrededor de 90% del reactivo de azufre, y de alrededor de 90% a alrededor de 10% del reactivo de aluminio. En todavía otras realizaciones ejemplares, la composición comprende alrededor de 85% del reactivo de azufre y alrededor de 15% del reactivo de aluminio.

50 Realización Ejemplar (4): Una mezcla que contiene al menos un reactivo de azufre en partículas, y al menos un reactivo de sílice. En composiciones ejemplares según esta realización, la composición comprende de alrededor de 1% a alrededor de 99% del reactivo de azufre, y de alrededor de 99% a alrededor de 1% del reactivo de sílice. En otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 10% a alrededor de 95% del reactivo de azufre, y de alrededor de 90% a alrededor de 5% del reactivo de sílice. En todavía otras realizaciones ejemplares, la composición comprende alrededor de 95% del reactivo de azufre y alrededor de 5% del reactivo de sílice.

55 Realización Ejemplar (5): Una mezcla que contiene al menos un reactivo de azufre en partículas, y al menos un reactivo carbonado. En composiciones ejemplares según esta realización, la composición comprende de alrededor de 1% a alrededor de 99% del reactivo de azufre, y de alrededor de 99% a alrededor de 1% del reactivo carbonado. En otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 10% a alrededor de 90% del reactivo de azufre, y de alrededor de 90% a alrededor de 10% del reactivo carbonado. En todavía otras realizaciones

ejemplares, la composición comprende alrededor de 90% del reactivo de azufre y alrededor de 10% del reactivo carbonado.

5 Realización Ejemplar (6): Una mezcla que contiene al menos un reactivo de azufre en partículas, y al menos un auxiliar de la filtración en partículas. En composiciones ejemplares según esta realización, la composición comprende de alrededor de 1% a alrededor de 99% del reactivo de azufre, y de alrededor de 99% a alrededor de 1% del auxiliar de la filtración en partículas. En otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 10% a alrededor de 90% del reactivo de azufre, y de alrededor de 90% a alrededor de 10% del auxiliar de la filtración en partículas. En todavía otras realizaciones ejemplares, la composición comprende alrededor de 75% del reactivo de azufre y alrededor de 25% del auxiliar de la filtración en partículas.

10 Realización Ejemplar (7): Una mezcla que contiene al menos un reactivo de azufre en partículas, y al menos un reactivo de amonio en partículas. En composiciones ejemplares según esta realización, la composición comprende de alrededor de 1% a alrededor de 99% del reactivo de azufre, y de alrededor de 99% a alrededor de 1% del reactivo de amonio en partículas. En otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 10% a alrededor de 90% del reactivo de azufre, y de alrededor de 90% a alrededor de 10% del reactivo de amonio en partículas. En todavía otras realizaciones ejemplares, la composición comprende alrededor de 75% del reactivo de azufre y alrededor de 25% del reactivo de amonio en partículas.

20 Realización Ejemplar (8): Una combinación de cualquiera de las Realizaciones (1) a (7), ya sea como mezclas de tres componentes (por ejemplo, una combinación de al menos un reactivo de azufre en partículas, al menos un reactivo de fósforo en partículas, y al menos un reactivo de sílice), o como mezclas de cuatro componentes (por ejemplo, una combinación de al menos un reactivo de azufre en partículas, al menos un reactivo de fósforo en partículas, al menos un reactivo de sílice, y al menos un reactivo carbonado), o como una mezcla de cinco componentes (por ejemplo una combinación de al menos un reactivo de azufre en partículas, al menos un reactivo de fósforo en partículas, al menos un reactivo de sílice, al menos un reactivo carbonado, y al menos un reactivo de aluminio), o como una mezcla de seis componentes (por ejemplo, una combinación de al menos un reactivo de azufre en partículas, al menos un reactivo de fósforo en partículas, al menos un reactivo de sílice, al menos un reactivo carbonado, al menos un reactivo de aluminio, y al menos un auxiliar de la filtración en partículas), o como una mezcla de siete componentes (por ejemplo, una combinación de al menos un reactivo de azufre en partículas, al menos un reactivo de fósforo en partículas, al menos un reactivo de sílice, al menos un reactivo carbonado, al menos un reactivo de aluminio, al menos un auxiliar de la filtración en partículas, y al menos un reactivo de amonio en partículas). En cualquiera de las composiciones de esta realización ejemplar, la composición puede comprender de alrededor de 1% a alrededor de 95% (en peso) del reactivo de azufre, o de alrededor de 10 a 90% del reactivo de azufre, o de alrededor de 50 a 85% del reactivo de azufre. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 95% (en peso) del reactivo de fósforo, o de alrededor de 10 a 90% del reactivo de fósforo, o de alrededor de 10 a 30% del reactivo de fósforo. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 95% (en peso) del reactivo de aluminio, o de alrededor de 5 a 90% del reactivo de aluminio, o de alrededor de 7 a 20% del reactivo de aluminio. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 95% (en peso) del reactivo de sílice, o de alrededor de 3 a 90% del reactivo de sílice, o de alrededor de 2 a 15% del reactivo de sílice. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 95% (en peso) del reactivo carbonado, o de alrededor de 5 a 90% del reactivo carbonado, o de alrededor de 5 a 50% del reactivo carbonado. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 95% (en peso) del auxiliar de la filtración en partículas, o de alrededor de 5 a 90% del auxiliar de la filtración en partículas, o de alrededor de 5 a 50% del auxiliar de la filtración en partículas. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 99% (en peso) del reactivo de amonio en partículas, o de alrededor de 1 a 95% del reactivo de amonio, o de alrededor de 3 a 15% del reactivo de amonio en partículas.

50 Realización Ejemplar (9): Una mezcla que comprende al menos un reactivo carbonado en partículas, y al menos un decolorante polimérico. En composiciones ejemplares según esta realización, la composición comprende de alrededor de 50% a alrededor de 90% (en peso) del reactivo carbonado, y de alrededor de 50% a alrededor de 10% (en peso) del decolorante polimérico. En otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 50% a alrededor de 75% del reactivo carbonado, y de alrededor de 50% a alrededor de 25% del decolorante polimérico. En todavía otras realizaciones ejemplares, la composición comprende de alrededor de 60% a alrededor de 70% del reactivo carbonado, y de alrededor de 40% a alrededor de 30% del decolorante polimérico.

55 Realización Ejemplar (10): Una mezcla de al menos un reactivo carbonado en partículas y al menos un decolorante polimérico, mezclada con cualquier combinación de uno o más de los materiales en partículas seleccionados de la lista de (1) un reactivo de azufre en partículas, (2) un reactivo de sílice, (3) un reactivo de aluminio en partículas, (4) un reactivo de fósforo en partículas, (5) un auxiliar de la filtración en partículas, o (6) un reactivo de amonio en partículas. Esta realización incluiría por lo tanto composiciones terciarias, cuaternarias, de cinco componentes, de seis componentes, de siete componentes, y de ocho componentes. En cualquiera de estas composiciones de tres, cuatro, cinco, seis, siete y ocho componentes, según esta realización, la composición comprende de alrededor de 10% a alrededor de 90% (en peso) del reactivo carbonado, o de alrededor de 20 a 75% del reactivo carbonado, o de alrededor de 30 a 70% del reactivo carbonado. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 5% a alrededor de 45% (en peso) del decolorante polimérico, o de alrededor de 10 a 40% del decolorante

polimérico, o de alrededor de 20 a 40% del decolorante polimérico. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 90% (en peso) del reactivo de azufre, o de alrededor de 3 a 75% del reactivo de azufre, o de alrededor de 3 a 60% del reactivo de azufre. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 45% (en peso) del reactivo de fósforo, o de alrededor de 3 a 30% del reactivo de fósforo, o de alrededor de 3 a 20% del reactivo de fósforo. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 45% (en peso) del reactivo de aluminio, o de alrededor de 3 a 30% del reactivo de aluminio, o de alrededor de 3 a 20% del reactivo de aluminio. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 45% (en peso) del reactivo de sílice, o de alrededor de 3 a 30% del reactivo de sílice, o de alrededor de 2 a 20% del reactivo de sílice. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 50% (en peso) del auxiliar de la filtración en partículas, o de alrededor de 5 a 40% del auxiliar de la filtración en partículas, o de alrededor de 10 a 30% del auxiliar de la filtración en partículas. Estas composiciones pueden comprender además de alrededor de 0% a alrededor de 45% (en peso) del reactivo de amonio, o de alrededor de 2 a 30% del reactivo de amonio, o de alrededor de 2 a 20% del reactivo de amonio.

En el procedimiento de la presente invención se pueden utilizar cualesquiera combinaciones de las mezclas de componentes enumeradas en las Realizaciones Ejemplares (1) a (10).

Una realización puede incluir, por ejemplo, una combinación de un reactivo de azufre en partículas y un reactivo de fósforo en partículas, por ejemplo como en la Realización Ejemplar (2) mostrada anteriormente. Aunque se puede usar cualquiera de los reactivos de azufre en partículas mencionados anteriormente, en realizaciones ejemplares el reactivo de azufre en partículas es metabisulfito de sodio. Aunque se puede usar cualquiera de los reactivos de fósforo en partículas mencionados anteriormente, en realizaciones ejemplares el reactivo de fósforo en partículas es fosfato monosódico. En tales realizaciones, la relación de reactivo de azufre en partículas a reactivo de fósforo en partículas puede oscilar de alrededor de 5:1 a alrededor de 1:3, de alrededor de 4:1 a alrededor de 1:2, de alrededor de 4:1 a alrededor de 1:1, o de alrededor de 4:1 a alrededor de 3:2, o alrededor de 3:1.

Como se describe aquí, se pueden añadir otros materiales a esta mezcla, por ejemplo se pueden añadir en las cantidades como se muestra en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. En otros ejemplos, la mezcla final puede contener un reactivo de aluminio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 25% de la mezcla total, 5% a alrededor de 25% de la mezcla total, de alrededor de 2% a alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 2% a alrededor de 10% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 20% de la mezcla total, 10% a alrededor de 20% de la mezcla total, alrededor de 10% de la mezcla total, o alrededor de 15% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo de sílice en una cantidad que oscila de alrededor de 5% a alrededor de 25% de la mezcla total, de alrededor de 10% a alrededor de 20% de la mezcla total, de alrededor de 1% a alrededor de 25% de la mezcla total, de alrededor de 1% a alrededor de 20% de la mezcla total de alrededor de 2% a alrededor de 20% de la mezcla total, de alrededor de 3% a alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 0,5% a alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 0,5% a alrededor de 10% de la mezcla total o alrededor de 3% a alrededor de 5% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo carbonado en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 5% a alrededor de 85% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 50% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 8% a alrededor de 30% de la mezcla total, de alrededor de 10% a alrededor de 20% de la mezcla total, de alrededor de 8% a alrededor de 12% de la mezcla total, o alrededor de 10% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un auxiliar de la filtración en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 50% de la mezcla total, de alrededor de 2% a alrededor de 40% de la mezcla total, de alrededor de 15% a alrededor de 40% de la mezcla total, de alrededor de 10% a alrededor de 30% de la mezcla total, de alrededor de 20% a alrededor de 30% de la mezcla total o alrededor de 25% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo de amonio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 50% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 30% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 30% de la mezcla total, de alrededor de 20% a alrededor de 30% de la mezcla total, o de alrededor de 5% a alrededor de 15% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un decolorante polimérico en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 60% de la mezcla total, alrededor de 2% a alrededor de 40% de la mezcla total, alrededor de 20% a alrededor de 60% de la mezcla total, alrededor de 25% a alrededor de 50% de la mezcla total de alrededor de 5% a alrededor de 30% de la mezcla total, alrededor de 10% a alrededor de 50% de la mezcla total, alrededor de 10% a alrededor de 40% de la mezcla total, o de alrededor de 10% a alrededor de 25% de la mezcla total.

Para tratar licores carbonatados, se pueden añadir composiciones que comprenden un reactivo de azufre en partículas y un reactivo de fósforo en partículas como los constituyentes principales a licores carbonatados en una cantidad de alrededor de 0,1 kg a alrededor de 1,0 kg por tonelada de sólidos de azúcar, alrededor de 0,1 kg a alrededor de 0,5 kg por tonelada de sólidos de azúcar, o alrededor de 0,2 kg a alrededor de 0,4 kg por tonelada de sólidos de azúcar, o alrededor de 0,3 kg por tonelada de sólidos de azúcar.

Otra realización ejemplar incluye un reactivo de azufre en partículas, un decolorante polimérico y un reactivo carbonado en partículas. Aunque se pueden usar cualesquiera de los reactivos de azufre en partículas mencionados anteriormente, en realizaciones ejemplares el reactivo de azufre en partículas es metabisulfito de sodio. Un decolorante polimérico ejemplar es dimetilamina epiclorohidrina, aunque se pueden usar cualesquiera de los

decolorantes poliméricos descritos previamente, así como otros. De forma similar, se pueden usar cualesquiera de los reactivos carbonados en partículas mencionados anteriormente, y en realizaciones ejemplares el reactivo carbonado en partículas es carbón activado. En realizaciones ejemplares, el decolorante polimérico en el estado comercialmente disponible como tal (típicamente 30-50% de contenido de sólidos) se diluye primeramente en agua.

5 Por ejemplo, el reactivo del decolorante polimérico comercialmente disponible se puede diluir con agua en una relación de alrededor de 3:1 de decolorante comercialmente disponible a agua a alrededor de 1:3 de decolorante comercialmente disponible a agua. Por ejemplo, las disoluciones de decolorante polimérico se pueden preparar añadiendo alrededor de tres partes del reactivo comercialmente disponible a alrededor de una parte de agua, o
10 alrededor de 2 partes del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 1 parte de agua, o alrededor de 1 parte del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 1 parte de agua, o alrededor de 1 parte del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 2 parte de agua, o alrededor de 1 parte del reactivo comercialmente disponible a alrededor de 3 parte de agua. El decolorante polimérico opcionalmente diluido se combina con el reactivo carbonado en partículas y el reactivo de azufre en partículas, de manera que la cantidad final del decolorante polimérico en el "estado comercialmente disponible como tal" en esta composición ejemplar, que no incluye ningún agua adicional añadida para dilución, puede oscilar de alrededor de 10% a alrededor de 40%, de
15 alrededor de 15% a alrededor de 33%, o de alrededor de 25% a alrededor de 30%. El reactivo de azufre en partículas puede estar presente en la composición en una cantidad de alrededor de 2% a alrededor de 15%, de alrededor de 5% a alrededor de 15%, de alrededor de 3% a alrededor de 12%, de alrededor de 7% a alrededor de 12%, o alrededor de 5-10%, excluyendo cualquier agua adicional añadida para dilución del decolorante polimérico más allá del "estado comercialmente disponible como tal" del decolorante polimérico. El reactivo carbonado en partículas puede estar presente en la composición en una cantidad de alrededor de 50% a alrededor de 75%, de
20 alrededor de 60% a alrededor de 70%, o alrededor de 62% a alrededor de 65%, excluyendo cualquier agua adicional añadida para dilución del decolorante polimérico más allá del "estado comercialmente disponible como tal" del decolorante polimérico. Definida en términos del decolorante polimérico diluido (añadiendo agua adicional para diluir el decolorante polimérico más allá del "estado comercialmente disponible como tal"), la composición puede contener de alrededor de 15% a alrededor de 50% del decolorante polimérico diluido, de alrededor de 15% a alrededor de
25 40% del decolorante polimérico diluido, de alrededor de 25% a alrededor de 40% del decolorante polimérico diluido, de alrededor de 30% a alrededor de 40% del decolorante polimérico diluido, o alrededor de 34% del decolorante polimérico diluido; de alrededor de 50% a alrededor de 75% del reactivo carbonado en partículas, o de alrededor de 55% a alrededor de 65% del reactivo carbonado en partículas, o alrededor de 58% del reactivo carbonado en partículas; y de alrededor de 1% a alrededor de 15% del reactivo de azufre en partículas, o de alrededor de 2% a alrededor de 12% del reactivo de azufre en partículas, o alrededor de 2% a alrededor de 8% del reactivo de azufre en partículas.

35 Como se describe aquí, se pueden añadir otros materiales a una composición que contiene un reactivo de azufre en partículas, un decolorante polimérico y un reactivo carbonado en partículas como los ingredientes principales para obtener una concentración final de los diversos reactivos, por ejemplo en las cantidades añadidas puede ser como se muestra en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, que obviamente alterarán la cantidad total de reactivos ya presentes, pero no alterarán significativamente las cantidades relativas de materiales ya presentes, es decir, la cantidad relativa de reactivo de azufre en partículas, de decolorante polimérico y de reactivo carbonado en
40 partículas. Por ejemplo, la mezcla final puede contener un reactivo de aluminio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 25% de la mezcla total, 5% a alrededor de 25% de la mezcla total, de alrededor de 2% a alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 2% a alrededor de 10% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 20% de la mezcla total, 10% a alrededor de 20% de la mezcla total, alrededor de 10% de la mezcla total, o alrededor de 15% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo de sílice en una cantidad que oscila de alrededor de 5% a alrededor de 25% de la mezcla total, de alrededor de 10% a
45 alrededor de 20% de la mezcla total, de alrededor de 1% a alrededor de 25% de la mezcla total, de alrededor de 1% a alrededor de 20% de la mezcla total de alrededor de 2% a alrededor de 20% de la mezcla total, de alrededor de 3% a alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 0,5% a alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 0,5% a alrededor de 10% de la mezcla total o alrededor de 3% a alrededor de 5% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo de fósforo en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 40% de la mezcla total, de alrededor de 2% a alrededor de 25% de la mezcla total, de alrededor de 2% a
50 alrededor de 15% de la mezcla total, de alrededor de 15% a alrededor de 40% de la mezcla total, de alrededor de 4% a alrededor de 20% de la mezcla total, o alrededor de 5% a alrededor de 10% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un auxiliar de la filtración en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 55 50% de la mezcla total, de alrededor de 2% a alrededor de 40% de la mezcla total, de alrededor de 15% a alrededor de 40% de la mezcla total, de alrededor de 20% a alrededor de 30% de la mezcla total, de alrededor de 20% a alrededor de 30% de la mezcla total o alrededor de 25% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo de amonio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 50% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 30% de la mezcla total, de alrededor de 5% a alrededor de 30% de la
60 mezcla total, de alrededor de 20% a alrededor de 30% de la mezcla total, o de alrededor de 5% a alrededor de 15% de la mezcla total.

Para tratar licores carbonatados, se puede añadir una composición que contiene un reactivo de azufre en partículas, un decolorante polimérico y un reactivo carbonado en partículas como ingredientes principales a licores carbonatados en una cantidad de alrededor de 0,1 kg a alrededor de 1,0 kg por tonelada de sólidos de azúcar, o

alrededor de 0,2 kg a alrededor de 0,8 kg por tonelada de sólidos de azúcar, o alrededor de 0,3 a alrededor de 0,6 kg por tonelada de sólidos de azúcar.

Todavía otra realización ejemplar incluye un reactivo de azufre en partículas, un reactivo de fósforo en partículas, un decolorante polimérico y un reactivo carbonado en partículas. Aunque se pueden usar cualesquiera de los reactivos de azufre en partículas mencionados anteriormente, en realizaciones ejemplares el reactivo de azufre en partículas es metabisulfito de sodio. Aunque se pueden usar cualesquiera de los reactivos de fósforo en partículas mencionados anteriormente, en realizaciones ejemplares el reactivo de fósforo en partículas es fosfato monosódico. Un decolorante polimérico ejemplar es el decolorante polimérico de dimetilamina epiclorohidrina comercialmente disponible, aunque se pueden usar cualesquiera de los decolorantes poliméricos descritos previamente, así como otros. De forma similar, se pueden usar cualesquiera de los reactivos carbonados en partículas mencionados anteriormente, y en realizaciones ejemplares el reactivo carbonado en partículas es carbón activado. En realizaciones ejemplares, el decolorante polimérico, como se recibe en disolución comercial, se diluye primeramente en agua. Por ejemplo, el material comercialmente disponible se puede diluir añadiendo alrededor de 3 partes del reactivo comercialmente disponible a alrededor de una parte de agua. El decolorante polimérico, opcionalmente diluido, se combina con el reactivo carbonado en partículas, con el reactivo de fósforo en partículas y con el reactivo azufre en partículas de manera que la cantidad final del decolorante polimérico en el "estado comercialmente disponible como tal" en esta composición ejemplar, que no incluye ningún agua adicional añadida para dilución, puede oscilar de alrededor de 15% a alrededor de 40%, de alrededor de 20% a alrededor de 35%, o alrededor de 30%. Algunos de los reactivos se pueden mezclar previamente antes de combinarlos para formar la composición. Por ejemplo, el reactivo de fósforo en partículas se puede combinar con todo o con parte del reactivo de azufre en partículas antes de combinarlo con el decolorante polimérico opcionalmente diluido, con el reactivo carbonado y, si previamente se mezcla solo o en parte, con el resto del reactivo de azufre en partículas. El reactivo de fósforo en partículas puede estar presente en la composición en una cantidad de alrededor de 3% a alrededor de 15%, de alrededor de 5% a alrededor de 10%, o alrededor de 7%, excluyendo cualquier agua adicional añadida para dilución del decolorante polimérico más allá del "estado comercialmente disponible como tal" del decolorante polimérico. El reactivo de azufre en partículas puede estar presente en la composición en una cantidad de alrededor de 15% a alrededor de 40%, de alrededor de 22% a alrededor de 32%, o alrededor de 27% a alrededor de 29%, excluyendo cualquier agua adicional añadida para dilución del decolorante polimérico más allá del "estado comercialmente disponible como tal" del decolorante polimérico. El reactivo carbonado en partículas puede estar presente en la composición en una cantidad de alrededor de 35% a alrededor de 55%, de alrededor de 40% a alrededor de 50%, o alrededor de 45%, excluyendo cualquier agua adicional añadida para dilución del decolorante polimérico más allá del "estado comercialmente disponible como tal" del decolorante polimérico.

Como se describe aquí, se pueden añadir otros materiales a una composición que contiene un reactivo de azufre en partículas, un reactivo de fósforo en partículas, un decolorante polimérico y un reactivo carbonado en partículas como los ingredientes principales, comenzando con la composición como se describe anteriormente y añadiendo otros reactivos, por ejemplo las cantidades añadidas pueden ser como se muestran en las realizaciones descritas anteriormente, para obtener una concentración final de los diversos reactivos, que obviamente alterarán la cantidad total de reactivos ya presentes, pero que no alterarán significativamente las cantidades relativas de componentes ya presentes, es decir, las cantidades de reactivo de azufre en partículas, reactivo de fósforo en partículas, decolorante polimérico y reactivo carbonado en partículas unos con respecto a otros. Por ejemplo, la mezcla final puede contener un reactivo de aluminio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 1% a alrededor de 25% de la mezcla total, en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 15% de la mezcla total, o alrededor de 2 a alrededor de 5% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo de sílice en una cantidad que oscila de alrededor de 1% a alrededor de 25% de la mezcla total, en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 20% de la mezcla total, o alrededor de 2% a alrededor de 5% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un auxiliar de la filtración en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 50% de la mezcla total, en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 25% de la mezcla total, o alrededor de 10 a alrededor de 25% de la mezcla total. La mezcla final puede contener un reactivo de amonio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 1% a alrededor de 50% de la mezcla total, en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 25% de la mezcla total, o alrededor de 3 a alrededor de 10% de la mezcla total.

Para tratar licores carbonatados, se puede añadir una composición que contiene un reactivo de azufre en partículas, un reactivo de fósforo en partículas, un decolorante polimérico y un reactivo carbonado en partículas como ingredientes principales a licores carbonatados en una cantidad de alrededor de 0,1 kg a alrededor de 1,5 kg por tonelada de sólidos de azúcar, o alrededor de 0,2 kg a alrededor de 1,0 kg por tonelada de sólidos de azúcar, o alrededor de 0,5 a alrededor de 0,8 kg por tonelada de sólidos de azúcar.

Las composiciones de la invención se añaden al licor o jarabe de azúcar por medio de un método de dosificación de sólidos añadidas directamente al proceso del azúcar (dosificación continua o por lotes de los sólidos usando, por ejemplo, un transportador de tornillo), o un método de dosificación de líquidos, en el que una o más de las composiciones se añaden en primer lugar al agua (u otro líquido adecuado, tal como licor de azúcar, jarabe de azúcar, o un decolorante polimérico líquido o diluido), y se bombean en el proceso del azúcar. Como se usa aquí, líquido incluye lechadas, suspensiones y disoluciones. También se puede usar otro medio adecuado de añadir un sólido y/o un líquido. En algunas realizaciones en las que se añaden tanto un sólido como un líquido, algunos componentes se pueden añadir mediante dosificación de sólidos mientras que otros se añaden mediante bombeo.

La presente invención se refiere a la adición de las composiciones según la presente invención ya sea directamente al tanque de retención del licor carbonatado, o en algún punto aguas abajo del último saturador de carbonatación pero antes de la primera etapa de filtración del licor carbonatado. Las composiciones también se pueden añadir en cualquier punto en el procedimiento de purificación del azúcar. En algunas realizaciones, las composiciones tienen al menos algún tiempo de contacto con el licor o jarabe de azúcar antes de alcanzar la primera etapa de filtración del licor carbonatado. Por ejemplo, las composiciones pueden tener al menos alrededor de 5 minutos de tiempo de contacto con el licor o jarabe de azúcar antes de alcanzar la primera etapa de filtración del licor carbonatado, y al menos alrededor de 10 minutos de tiempo de contacto con el licor o jarabe de azúcar antes de alcanzar la primera etapa de filtración del licor carbonatado.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran algunas composiciones, métodos de uso, y ventajas como se describen hasta aquí. Los ejemplos son solamente ilustraciones de punto, y no están destinadas a limitar el alcance de nuestra invención.

Ejemplo 1

Una disolución de decolorante polimérico diluida se prepara en primer lugar diluyendo un decolorante polimérico de dimetilamina-epiclorohidrina comercialmente disponible en un decolorante polimérico del 73% en peso (en el estado comercialmente disponible como tal) y disolución de agua al 27% (en peso). Se preparó una composición (denominada en lo sucesivo aquí "Composición # 1") que comprende 58% de carbón activado en polvo, 8% de metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), y 34% de la disolución del decolorante polimérico diluida. La Composición #1 se añadió al tanque de retención del licor carbonatado en una refinería de azúcar de caña, y se puso en contacto con el licor carbonatado durante aproximadamente 20 minutos antes de que el azúcar alcance la etapa de filtración del licor carbonatado. Una dosis de 0,4 kg de Composición #1 por tonelada de sólidos de azúcar en el licor carbonatado produjo las siguientes mejoras en la pureza en comparación con el procedimiento de carbonatación tradicional:

Tabla 1: Pureza del licor filtrado utilizando la Composición #1 en comparación con el licor filtrado del procedimiento de carbonatación tradicional

Método del procedimiento	Color del licor carbonatado filtrado	Turbidez del licor carbonatado filtrado	Materia insoluble del licor carbonatado filtrado
Composición #1 más Carbonatación	308 IU	0,8 NTU	9 ppm
Carbonatación tradicional	439 IU	12 NTU	15 ppm

Como se observa en la Tabla 1, se lograron reducciones significativas de color, turbidez y materia insoluble con el uso de la Composición #1 de la presente invención, en comparación con los resultados obtenidos en el procedimiento de carbonatación tradicional. Cada uno de estos 3 parámetros son medidas importantes de la pureza del licor carbonatado filtrado.

Ejemplo 2

Se preparó una composición (denominada aquí en lo sucesivo "Composición #2") que comprende 75% de metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) y 25% de fosfato monosódico (NaH_2PO_4). La Composición #2 se añadió al tanque de retención del licor carbonatado en una refinería de azúcar de caña, y se puso en contacto con el licor carbonatado durante aproximadamente 20 minutos antes de que el azúcar alcanzase la etapa de filtración del licor carbonatado. Una dosis de 0,3 kg de Composición #2 por tonelada de sólidos de azúcar en el licor carbonatado produjo las siguientes mejoras en la pureza en comparación con el procedimiento de carbonatación tradicional.

Tabla 2: Pureza del licor filtrado utilizando la Composición #2 en comparación con el licor filtrado del procedimiento de carbonatación tradicional

Método del procedimiento	Color del licor carbonatado filtrado	Turbidez del licor carbonatado filtrado	Materia insoluble del licor carbonatado filtrado
Composición #2 más Carbonatación	370 IU	1,7 NTU	2 ppm
Carbonatación tradicional	453 IU	7,9 NTU	32 ppm

Como se observa en la Tabla 2, se lograron reducciones significativas de color, turbidez y materia insoluble con el uso de la Composición #2 de la presente invención, en comparación con los resultados obtenidos en el

procedimiento de carbonatación tradicional.

Ejemplo 3

5 Una combinación de 0,5 kg de Composición #1 por tonelada de azúcar y 0,2 kg de Composición #2 por tonelada de azúcar se añadió al tanque de retención del licor carbonatado en una refinera de azúcar de caña, y se puso en contacto con el licor carbonatado durante aproximadamente 20 minutos antes de que el azúcar alcanzase la etapa de filtración del licor carbonatado. La combinación de la Composición #1 y #2 produjo las siguientes mejoras en la pureza en comparación con el procedimiento de carbonatación tradicional:

Tabla 3: Pureza del licor filtrado utilizando la combinación de Composición #1 y #2 en comparación con el licor filtrado del procedimiento de carbonatación tradicional

Método del procedimiento	Color del licor carbonatado filtrado	Turbidez del licor carbonatado filtrado	Materia insoluble del licor carbonatado filtrado
Composición #1 y #2 más Carbonatación	157 IU	0,8 NTU	1 ppm
Carbonatación tradicional	279 IU	7,5 NTU	38 ppm

10 Como se observa en la Tabla 3, se lograron reducciones significativas de color, turbidez y materia insoluble con el uso de una combinación de las Composiciones #1 y #2 de la presente invención, en comparación con los resultados obtenidos en el procedimiento de carbonatación tradicional. Además de la mejora en la pureza del licor carbonatado filtrado, se observó una mejora en la filtración del licor carbonatado. Tras 2 horas de filtración, el procedimiento que utiliza las Composiciones #1 y #2 más la carbonatación produjo un caudal de 58 m³/hora a una presión de 1,3 bares; 15 el procedimiento normal de solamente la carbonatación produjo un caudal de solamente 42 m³/h a una presión de 2,6 bares después de 2 horas. La filtración mejorada puede permitir una mayor producción diaria de azúcar para la refinera de azúcar, un factor importante en el rendimiento diario del proceso de refinado.

20 La presente invención se ha descrito con detalle considerable a fin de cumplir con las leyes de patente al proporcionar la descripción pública completa de al menos una de sus formas. Sin embargo, tal descripción detallada no pretende de ninguna manera limitar las características o principios amplios de la presente invención, o el alcance de la patente a conceder. Por lo tanto, la invención se limitará solamente por el alcance de las reivindicaciones anejas.

REIVINDICACIONES

1. Una composición para uso en el refinado de azúcar, que comprende una combinación de
- (i) al menos un reactivo de azufre en partículas que comprende al menos un átomo de azufre y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química; y
- 5 (ii) uno o ambos de
- (a) una combinación de un reactivo carbonado en partículas y un decolorante polimérico; o
- (b) un reactivo de fósforo en partículas que contiene al menos un átomo de fósforo y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química; y
- 10 que contiene opcionalmente al menos uno o más sólidos en partículas seleccionados del grupo que consiste en (A) un reactivo de sílice, (B) un reactivo de fósforo en partículas que contiene al menos un átomo de fósforo y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química,
- (c) un reactivo carbonado en partículas, (D) un reactivo de aluminio en partículas que contiene al menos un átomo de aluminio y al menos tres átomos de oxígeno en la fórmula química, (E) un auxiliar de la filtración en partículas, (F) un decolorante polimérico, y (G) un compuesto de amonio en partículas que tiene al menos un grupo amonio (NH₄) en la fórmula química.
- 15
2. La composición de la reivindicación 1, que comprende al menos un reactivo de azufre en partículas, un reactivo carbonado en partículas y un decolorante polimérico.
3. La composición de la reivindicación 1, que comprende al menos un reactivo de azufre en partículas y un reactivo de fósforo en partículas.
- 20 4. La composición de la reivindicación 1, que comprende al menos un reactivo de azufre en partículas, preferiblemente de alrededor de 15% a alrededor de 40%, un reactivo carbonado en partículas, preferiblemente de alrededor de 35% a alrededor de 55%, un decolorante polimérico, preferiblemente de alrededor de 10% a alrededor de 30% en el estado comercialmente disponible, y un reactivo de fósforo en partículas, preferiblemente de alrededor de 2% a alrededor de 15%.
- 25 5. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende un compuesto de amonio en partículas.
6. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que el reactivo de azufre en partículas incluye un ion sulfito, ion bisulfito o ion metabisulfito.
- 30 7. La composición de la reivindicación 2, que comprende alrededor de 15% a alrededor de 50% de un decolorante polimérico, en la que el decolorante polimérico está en el estado comercialmente disponible, de alrededor de 50% a alrededor de 75% del reactivo carbonado en partículas, y de alrededor de 1% a alrededor de 15% del reactivo de azufre en partículas.
- 35 8. La composición de la reivindicación 2, que comprende alrededor de 30% a alrededor de 40% de una disolución de decolorante polimérico, en la que la disolución de decolorante polimérico comprende alrededor de 10 a 85% del decolorante polimérico en el "estado comercialmente disponible como tal", comprendiendo el resto agua u otro disolvente adecuado, de alrededor de 55% a alrededor de 65% del reactivo carbonado en partículas, y de alrededor de 2% a alrededor de 12% del reactivo de azufre en partículas.
- 40 9. La composición de la reivindicación 1, que comprende uno o más componentes seleccionados del grupo que consiste en (A) un reactivo de aluminio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 15%, (B) un reactivo de sílice en una cantidad que oscila de alrededor de 1% a alrededor de 20% de la mezcla total, (C) un reactivo de fósforo en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 25% de la mezcla total, (D) un auxiliar de la filtración en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 40% de la mezcla total, y (E) un compuesto de amonio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 20% de la mezcla total.
- 45 10. La composición de la reivindicación 3, en la que la relación de reactivo de azufre en partículas a reactivo de fósforo en partículas es de alrededor de 5:1 a alrededor de 1:2, preferiblemente de alrededor de 4:1 a alrededor de 1:3.
- 50 11. La composición de la reivindicación 1, que comprende uno o más componentes seleccionados del grupo que consiste en (A) un reactivo de aluminio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 5 a alrededor de 15% de la mezcla total, (B) un reactivo de sílice en una cantidad que oscila de alrededor de 1% a alrededor de 20% de la mezcla total, (C) un reactivo carbonado en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 5% a alrededor de 85% de la mezcla total, (D) un auxiliar de la filtración en partículas en una cantidad que oscila de

alrededor de 5% a alrededor de 50% de la mezcla total, (E) un compuesto de amonio en partículas en una cantidad que oscila de alrededor de 2% a alrededor de 50% de la mezcla total, y (F) un decolorante polimérico en una cantidad que oscila de alrededor de 10% a alrededor de 50% de la mezcla total.

- 5 12. Un procedimiento para tratar un licor carbonatado en un procedimiento de refinado de azúcar, que comprende añadir a un jarabe de azúcar una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1-11.
13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la composición se añade antes de la filtración del licor carbonatado.
14. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la composición se añade tras el saturador de carbonatación final.
- 10 15. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la composición se añade al licor carbonatado en un tanque de retención del licor carbonatado.
16. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la composición se añade como uno de (a) componentes individuales, (b) una combinación de componentes individuales y una premezcla de componentes, o (c) una composición de mezcla prefabricada.