

156548



P - 1736.

Case 39,454.

7 JUN. 1943

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

en

E s p a ñ a

por VEINTE años

a nombre de THE DORR COMPANY, INC., entidad norteamericana, establecida en 570, Lexington Avenue, Nueva York, Estados Unidos de América, por:

«UN METODO PARA LA FABRICACION DE AZUCAR».

Este invento se refiere a la producción de azúcar cristalizada o jarabe de azúcar de jugos azucarados. El invento se relaciona con la purificación de los jugos antes de utilizarse o cristalizarse y trata de la eliminación, del jugo, de impurezas no sacarósicas, parte de las cuales forman melazas, y por lo tanto de la mejora en la eficiencia de la evaporación y cristalización, así como del aumento en el rendimiento del azúcar cristalizada a la vez que se reduce su pérdida por vía de las melazas; propende, en resumen, a aumentar en general la eficacia del proceso de elaboración en conjunto, así como a mejorar la calidad o pureza del producto.

Las impurezas no azucaradas de los jugos deben eliminarse



hasta donde sea posible, pues son un obstáculo para el buen éxito de los pasos subsiguientes del tratamiento. La evaporación se estorba a causa de las sales de calcio que se introducen en el tratamiento mismo de purificación corriente. Tienden además a aumentar indebidamente la viscosidad del licor en el evaporador, y a provocar la formación de espuma. Estas sales producen también incrustaciones en los evaporadores, lo que impone la necesidad de suspenderlos del servicio periódicamente con fines de limpieza. La cristalización es obstaculizada por las impurezas, que causan: 1) un desmejoramiento de la calidad del azúcar cristalizada, y 2) pérdida de una cantidad de sacarosa apta para la cristalización, debido a la formación de melazas. Para recuperar parte del azúcar de las melazas es necesario someterlas a un proceso adicional de elaboración, tal como el método Steffens. En realidad, las impurezas pueden dificultar todo el proceso de fabricación de muchas otras maneras aún, como se expondrá luego más ampliamente.

El resultado de los pasos del tratamiento del jugo azucarado que se utiliza actualmente consiste en efecto en eliminar tan sólo los componentes no sacarósicos, los cuales se coagulan, precipitan o volatilizan por la acción combinada del calor y de la cal sobre el jugo, sirviendo el tratamiento con gas carbónico o carbonatación principalmente para acondicionar la materia suspendida a fin de que se asiente y quitar el exceso de cal. Pero esto representa sólo una eliminación parcial de las impurezas.



Después del tratamiento para la eliminación de los sólidos, tal como se practica hasta ahora, quedan en el jugo cantidades apreciables de materia inorgánica disuelta, materia orgánica disuelta, colorantes y coloides. Las impurezas orgánicas se hallan principalmente en forma de sales que quedan en solución. También ha sido difícil, si no imposible, quitar los colorantes directamente del jugo.

Así, pues, entre los amplios objetos de este invento está el mejorar la eficacia del proceso de elaboración en conjunto mediante una eliminación mayor de impurezas, entre las cuales se cuenta especialmente la materia disuelta cuya eliminación no ha podido realizarse hasta aquí de manera práctica o comercialmente eficaz. A este respecto el invento tiene por objeto reducir el contenido de materias inorgánicas disueltas en el jugo purificado, así como el contenido de impurezas orgánicas disueltas.

Otro objeto es la supresión de la impurezas del jugo que le imparten color.

Para lograr estos fines se propone someter el jugo a un tratamiento con permutadores catiónicos y aniónicos orgánicos. En suma, la esencia de tal tratamiento de permutación química es hacer que las impurezas disueltas que se comportan como electrolitos y se disocian o se ionizan formando cationes y aniones en solución reemplacen sus radicales con iones de hidrógeno (hidrogeniones y iones de oxhidrilo (oxhidrilonos), respectivamente. Es decir que el canje tiene lugar solamente entre iones de la



misma carga eléctrica. Este doble canje se traduce en la formación de ácidos en el permutador catiónico, debido al cambio de los cationes por hidrogeniones, y en la formación de agua en el permutador aniónico, debido al cambio de aniones por los oxhidriones de las impurezas. Este tratamiento de canje difiere del tratamiento preliminar precedente o pasos de eliminación de los sólidos y se designa aquí con el nombre de purificación.

Otros aspectos del invento se relacionan también con la modificación de la fase de clarificación en los diagramas de flujo corrientes, en correlación con el tratamiento de purificación por canje aplicado al jugo. De este modo algunas de las funciones que hasta ahora se han hecho recaer en los pasos de eliminación de sólidos o clarificación y que se esperaba que dichos pasos realizaran, pueden ser asumidas y realizadas ahora con mayor eficacia por el tratamiento de permutación que se propone. De acuerdo con una fase específica del invento, en el tratamiento de los jugos de remolacha se propone la omisión de la sulfitación acostumbrada, y hacer en cambio pasar el jugo de la fase de carbonatación más o menos directamente al sitio en donde se efectúa la permutación de los compuestos. Así, por ejemplo, el calcio se elimina por permutación catiónica en vez de sulfitación.

Otra fase se refiere al empleo de una diversidad de permutadores catiónicos y aniónicos orgánicos, y, especialmente, de permutadores que resisten un medio ácido.



Otras fases aún del invento tienen que ver con el modo o modos en que funcionan los permutadores, y con el equipo a ellos asociado o que representan el sitio de permutación.

El presente método de tratamiento del jugo azucarado puede decirse que comprende la clarificación mediante alguno de los pasos o todos los pasos corrientes de eliminación de sólidos que se practican actualmente, y que para mayor brevedad de designan aquí por el término de clarificación. Clarificación para los fines de la presente memoria descriptiva es una palabra que se escogido a causa del predominio de la función de eliminación de sólidos en los pasos corrientes que siguen a la evaporación. Descontando diversas posibles modificaciones, tales como la disposición preferente de los calentadores, modificaciones en la aplicación de la cal, el modo de efectuar la carbonatación, puede decirse que tales pasos de clarificación comprenden, en el tratamiento del jugo de remolacha, el tratamiento preliminar con cal, el calentamiento, tratamiento con cal después de calentar; carbonatación en una o más etapas, clarificación, filtrado o centrifugación, o una combinación de éstos para extraer los precipitados y ajuste del índice de concentración hidrogeniónica (pH) por sulfitación. Con respecto al jugo de caña de azúcar, el tratamiento comprende una dosificación química, mezcla, calentamiento, floculación y sedimentación de materias no sacarósicas, y suele llamarse defecación. La sucesión de estos pasos puede variar en diferentes localidades.



El jugo tratado parcialmente de esa manera se somete a una nueva purificación mediante un tratamiento de permutación combinado, con ayuda de permutadores orgánicos llamados a veces organolitos, es decir, un tratamiento con un permutador catiónico o básico orgánico que opera en el ciclo del hidrógeno, y un permutador orgánico aniónico o ácido, que opera en el ciclo de oxhidrilo. Si se hace aquí especial hincapié en la naturaleza orgánica de los permutadores es con el objeto de distinguirlos de los que se clasifican como de naturaleza inorgánica.

Pasamos ahora a exponer el principio de los mecanismos de permutación iónica de que se trata, y el comportamiento general de los permutadores de organolito, a saber:

Mecanismos de reacción química  
de la permutación catiónica o básica.

El permutador catiónico o básico que se contempla para empleo en relación con este invento es de naturaleza orgánica, y para fines de regeneración se trata con soluciones de ácidos cuyos hidrogeniones activos los toma el permutador. Posteriormente, cuando las soluciones acuosas de las sales se ponen en contacto con estos permutadores los cationes de las soluciones son recogidos por el permutador, a cambio de los hidrogeniones que el permutador había tomado antes del ácido. Por consi-



siguiente la solución se deja conteniendo el ácido correspondiente de la sal que la solución había contenido primitivamente. Por ejemplo, si se hace pasar una solución de cloruro de sodio por un permutador de esa clase, la solución efluente contendrá ácido clorhídrico en vez de una parte o de todo el cloruro de sodio. Esta acción continúa hasta que la eficacia del permutador se anula, y a esta condición se le denomina aquí agotamiento. Después de sobrevenir el agotamiento, con fines de regeneración de los permutadores básicos o catiónicos, conviene tratar la masa de los mismos con una solución que contenga una concentración hidrogeniónica relativamente alta, en otras palabras, con una solución ácida lo bastante fuerte para invertir el equilibrio y hacer que el permutador entregue, a cambio de los hidrogeniones de la solución regenerada, las impurezas iónicas que ha recogido del jugo. Para los fines de la regeneración es generalmente conveniente emplear bien sea ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, si bien entre los ácidos regenerantes pueden emplearse también el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y el ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

Así, pues, las reacciones fundamentales de estos permutadores básicos orgánicos, si se generan en debida forma, son reacciones de equilibrio mediante las cuales los cationes de la solución son atrapados y reemplazados por hidrogeniones. Además estos permutadores orgánicos tienen capacidad para recoger los cationes de sodio y de potasio que tanto abundan



en la impurezas no sacarósicas del jugo de azúcar, lo mismo que la mayor parte de las demás impurezas contenidas en el jugo. Los permutadores catiónicos que operan de esta manera se dice que lo hacen en el ciclo del hidrógeno.

Mecanismo químico del permutador aniónico o ácido.

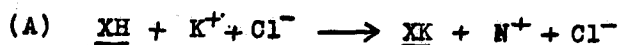
El permutador aniónico que se emplea en combinación con el permutador catiónico antes descrito es asimismo de naturaleza orgánica. Tiene la capacidad, cuando se trata con hidróxidos alcalinos o carbonatos alcalinos, por ejemplo,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , de atrapar los oxidriliones ( $\text{OH}$ ). Por consiguiente cuando soluciones acuosas ácidas, como tales, o las soluciones ácidas que resultan de los permutadores catiónicos antes mencionados, entran en contacto con estos permutadores ácidos, orgánicos, así generadores, el anión del ácido es recogido por el permutador aniónico y reemplazado por el hidrogenión procedente del permutador. Los permutadores que operan de esta manera se dice que lo hacen en el ciclo del oxhidrilo. Cuando se agota la capacidad permutante de estos permutadores orgánicos ácidos, pueden regenerarse y volverse a usar tratándolos de nuevo con soluciones de hidróxidos alcalinos o de carbonatos alcalinos de fuerza suficiente.

Empleando el tratamiento catiónico y aniónico antes descrito en combinación, el tratamiento con el permutador catiónico reemplaza con hidrogeniones algunos o todos los cationes de las impurezas iónicas, con lo cual se forma ácido, mientras



que el permutador aniónico reemplaza con oxhidriliones todos o algunos de los aniones que se han incorporado en él y provenientes del permutador catiónico en forma de ácido, dando lugar a la formación de agua. Así, pues, con el tratamiento combinado hay un canje definido en el que la sal del jugo se reemplaza con un equivalente gramomolecular de agua pura y evaporable.

El funcionamiento del mecanismo permutador mismo en las condiciones de purificación de jugo podría ilustrarse del modo siguiente: considérese el caso de que entre otras sales, hay que eliminar del jugo el cloruro de potasio. El permutador catiónico que se va a emplear es de naturaleza orgánico, por ejemplo, del tipo resinoso, y se supone que en el curso de su regeneración anterior ha atrapado el hidrogenión. Al entrar en contacto el jugo con el permutador, este último canjea su hidrogenión por el catión de potasio de la sal y forma ácido clorhídrico (HCl), de acuerdo con el siguiente equilibrio: supóngase que X representa la estructura o armazón orgánica del permutador catiónico. Tenemos, pues:



Después que todos o virtualmente todos los hidrogeniones canjeables han sido reemplazados con potasio u otros cationes, por ejemplo, Na, Ca, Mg, Fe, Al, según el caso, procedentes del jugo, el permutador agotado se pone en contacto con una solución de ácido de suficiente acidez, tal como el HCl; en



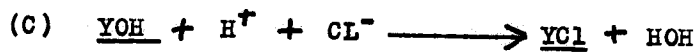
este caso el estado de equilibrio se invierte del modo siguiente:



Esto indica que el permutador está de nuevo listo para ponerse en contacto con el jugo, y entre tanto se dispone del compuesto de potasio en el licor de regeneración gastado y por lo tanto puede recuperarse. Pueden emplearse otros ácidos, tales como  $H_2SO_4$ ,  $H_2SO_3$ ,  $HNO_3$ , en lugar del  $HCl$  para la regeneración del permutador catiónico, con los correspondientes resultados.

El jugo, según la ecuación (A), ha sido acidificado a causa de su reacción con el permutador catiónico, puesto que a consecuencia del tratamiento catiónico tendrá todos sus aniones o parte de ellos convertidos en el ácido correspondiente, y así, por ejemplo, los cloruros se habrán convertido en  $HCl$ .

Al entrar el jugo en contacto con un permutador aniónico, por ejemplo, del tipo resinoso y que contenga grupos oxhidrílicos reemplazables, el anión del ácido ( $HCl$ ) presente en el jugo, según la ecuación (A) es tomado por el permutador a cambio del grupo  $OH$ , y se establece el siguiente equilibrio: sea  $Y$  la estructura o armazón orgánica del permutador aniónico. Tenemos, pues:

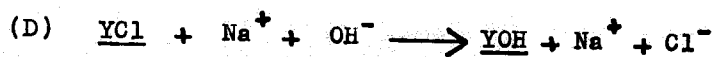


De esta manera el catión lo mismo que el anión de la sal



que constituye la impureza son extraídos del jugo y reemplazados por un equivalente gramomolecular de agua.

Cuando todos los grupos oxhidrúlicos (OH) han sido reemplazados por Cl u otros aniones del jugo, por ejemplo SO<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, el permutador agotado se pone en contacto con un hidróxido alcalino o carbonato en solución suficientemente alcalina, tal como NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH y Ca(OH)<sub>2</sub> para invertir el equilibrio, así:



Los permutadores orgánicos catiónicos o básicos y los permutadores orgánicos ácidos o aniónicos que pueden emplearse en este proceso comprenden una variedad de ambos.

Entre los permutadores catiónicos que pueden emplearse figuran:

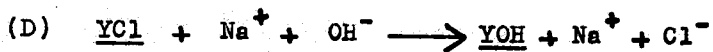
- 1 - Permutadores catiónicos producidos por el tratamiento de compuestos húmedos con compuestos de azufre que introducen grupos ácidos de azufre en la sustancia húmeda así tratada, por ejemplo tratando lignito con ácido sulfúrico concentrado o su equivalente. Materias de esta clase que se han estabilizado por medio de un tratamiento especial para evitar que despidan color son también aplicables.
- 2 - Permutadores catiónicos producidos por tratamiento de materias que contienen fenoles aromáticos, tales como taninos, con ácido sulfúrico, lodo ácido de refinación de petróleo, ácido sulfúrico fumante o un agente equiva-



343

que constituye la impureza son extraídos del jugo y reemplazados por un equivalente gramomolecular de agua.

Cuando todos los grupos oxhidrúlicos (OH) han sido reemplazados por Cl u otros aniones del jugo, por ejemplo SO<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, el permutador agotado se pone en contacto con un hidróxido alcalino o carbonato en solución suficientemente alcalina, tal como NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH y Ca(OH)<sub>2</sub> para invertir el equilibrio, así:



Los permutadores orgánicos catiónicos o básicos y los permutadores orgánicos ácidos o aniónicos que pueden emplearse en este proceso comprenden una variedad de ambos.

Entre los permutadores catiónicos que pueden emplearse figuran:

- 1 - Permutadores catiónicos producidos por el tratamiento de compuestos húmedos con compuestos de azufre que introducen grupos ácidos de azufre en la sustancia húmeda así tratada, por ejemplo tratando lignito con ácido sulfúrico concentrado o su equivalente. Materias de esta clase que se han estabilizado por medio de un tratamiento especial para evitar que despidan color son también aplicables.
- 2 - Permutadores catiónicos producidos por tratamiento de materias que contienen fenoles aromáticos, tales como taninos, con ácido sulfúrico, lodo ácido de refinación de petróleo, ácido sulfúrico fumante o un agente equiva-



1943

lente que provoque tanto la condensación de la materia fenólica como la introducción de grupos ácidos de azufre en la materia condensada.

- 3 - Permutadores catiónicos producidos por condensación de fenoles aromáticos con un aldehído, con ayuda de catalizadores o sin ella.
- 4 - Permutadores catiónicos producidos por condensación de fenoles aromáticos con un aldehído y con ayuda de catalizadores o sin ella, y en los que se han introducido grupos ácidos de azufre antes de la condensación, simultáneamente con la condensación o después de la condensación.

Una variedad de permutadores orgánicos aniónicos que pueden emplearse comprende:

1. Permutadores aniónicos producidos por condensación de una amina aromática con un aldehído.
2. Permutadores aniónicos producidos por condensación de una mezcla de una amina aromática y un monosacárido o disacárido con un aldehído.
3. Permutadores aniónicos en los que el componente activo es una tinta básica, como negros de anhilina, que son insolubles en agua y en ácidos y álcalis acuosos.

Entre las diversas variaciones en la manera de someter el jugo a la acción de los permutadores de organolito están las siguientes:

- a. Poner en contacto el jugo con los permutadores de dife-



rentes maneras, tal como:

1. Haciendo pasar el jugo por entre masas del material permutante, y
  2. Suspendiendo el permutador en el jugo que se está tratando y posiblemente agitando el mismo por agitación hidráulica o mecánica, y
- b. Poner en contacto el jugo con los permutadores a diferentes temperaturas escogidas con el fin de resguardar contra la inversión que tiende a ocurrir a temperaturas más altas.

Por modo de ejemplo, un sistema corriente de producción de azúcar de remolacha comprende las siguientes bases principales de tratamiento: Extracción del azúcar de las remolachas cortadas en rebanadas ("cossettes") en baterías de difusión para obtener jugo de difusión; purificación del jugo de difusión mediante tratamiento con cal y por carbonatación, por lo común en dos etapas, seguida de la sulfitación, y por la eliminación, del jugo, de sólidos así coagulados o precipitados, dando por resultado lo que se llama jugo delgado; concentración del jugo delgado por evaporación para obtener jugo espeso; sumisión del jugo espeso a ebullición al vacío en tachos para efectuar una mayor concentración y provocar la formación de cristales de azúcar; y centrifugación de la masa cristalizada así obtenida, para separar los cristales de su menstruo que contiene sacarosa sin cristalizar, impurezas no sacarósicas y colorantes. Si bien



N. 1943

ese menstruo puede tratarse para obtener mayor rendimiento de azúcar cristalizada, como por ejemplo volviéndolo a hervir, purificándolo de nuevo, volviendo a cristalizarlo y efectuando una nueva separación, queda un residuo final del cual puede obtenerse un nuevo rendimiento de azúcar cristalizable tan sólo por procesos especiales de desazucarización tal como el que ofrece, por ejemplo, el método de Steffens. Si no se dispone del tratamiento de Steffens o si éste es muy dispendioso, todo el azúcar cristalizable que queda en la melazas representa una pérdida en azúcar cristalizada vendible.

En el procedimiento corriente, el calor y el tratamiento con cal se limitan a coagular, precipitar y descomponer una parte de impurezas no sacarósicas tan grande como sea posible. Parte de la cal entra en solución en el jugo azucarado y reacciona con algunas de las impurezas allí presentes. Se combina con cualquier ácido allí presente, tal como ácidos orgánicos, y desaloja el potasio y el sodio de las sales alcalinas de los ácidos cuyas sales de calcio son insolubles. Los ácidos oxálico y fosfórico y sus sales alcalinas son típicos de esta clase de compuestos que se extraen de las soluciones por medio de la cal.

El sistema de elaboración de azúcar de remolacha exige además por lo común la introducción en el jugo de  $\text{CO}_2$  o de gases que contengan  $\text{CO}_2$  para que reaccione con la cal o los compuestos de calcio, tal como el sacarato de calcio en el jugo, para formar carbonatos, eficaz para recoger y asentar la mayor cantidad



posible de materia antes coagulada y demás materia suspendida. Este paso de administración de anhídrido carbónico se llama carbonatación.

Pero alguna parte del exceso de calcio proveniente del tratamiento con cal y que se halla presente en el jugo después de la carbonatación se vuelve una impureza y es preciso extraerla a causa de su tendencia a producir incrustaciones en los evaporadores. De allí que la carbonatación necesite regularse con mucho cuidado, lo cual se hace generalmente en dos etapas, procediéndose entre una y otra a la eliminación de los sólidos o a la filtración. El tratamiento de carbonatación debe regularse de modo que el jugo quede con un índice pH de 9,0, por cuanto si se reduce más la alcalinidad con  $\text{CO}_2$  ciertas sales solubles de calcio podrían permanecer en el jugo en vez de precipitarse en forma de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), lo que aumenta la dificultad de las incrustaciones y estorba también la cristalización del azúcar. Lo acostumbrado por lo tanto es someter el jugo terminado, carbonatado y filtrado, a la sulfitación, es decir, a un tratamiento con anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) o gases que contengan anhídrido sulfuroso, a fin de ajustar el pH al grado deseado precipitando alguna parte del calcio residual sin la formación de compuestos de calcio que producen incrustaciones. Sin embargo, la sulfitación hace que se introduzcan sulfitos en el jugo, que se encuentran finalmente en el azúcar cristalizada acabada, donde resultan inconvenientes.



1943

No menos inconveniente que la sulfitación por razones análogas es el método de quitar las sales de calcio disueltas que producen incrustaciones por medio de una reacción para desplazarlas con carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Con esto se sustituye el calcio por el sodio, pasando el sodio a las melazas con el consiguiente aumento en la producción de melazas y pérdida de azúcar cristalizable. En efecto, las impurezas inorgánicas se aumentan en este caso por la razón de que la cantidad gramomolecular de sodio que se agrega es en exceso del calcio que se extrae.

Luego la evaporación ofrece la dificultad usual debido a la formación de incrustaciones según se ha indicado antes, a causa de los compuestos residuales de calcio presentes en el jugo, y la consiguiente reducción en la eficiencia del evaporador.

Luego viene la cristalización que, según las prácticas frecuentes, se efectúa en una serie de tres tachos al vacío, mediante lo cual se obtienen fracciones sucesivas de azúcar de menor pureza sucesiva. Este método no está exento de ciertas complicaciones:

La masa concentrada por ebullición del primer tacho se divide, por centrifugación, por ejemplo, en azúcar blanco de gran pureza que, como tal, puede venderse más o menos directamente, y en su menstruo o agua madre que contiene sacarosa sin cristalizar, impurezas no sacarósicas, y colorantes.

El segundo tacho somete a nueva elaboración el menstruo obtenido del primero, para la obtención de azúcar intermedia, que es de pureza relativamente más baja, y que se separa también



de su mestruo por centrifugación. Pero a causa de su impureza y color, esta segunda azúcar se disuelve o derrite a su vez, y a veces se trata con una substancia descolorante y se hace pasar de nuevo al primer tacho para volverla a cristalizar y obtener así más azúcar blanca.

El mestruo del segundo tacho se manipula de nuevo de modo semejante en el tercer tacho para la obtención de azúcar morena, que puede volverse a derretir también y aplicársele un descolorante, pero a causa de su poca pureza se retorna a veces a los pasos de tratamiento preliminar. En realidad su pureza es tan baja y su tendencia a cristalizar tan poco activa que es preciso retenerla en tanques de cristalización durante períodos más largos y bajo constante agitación y enfriamiento para poder provocar un grado suficiente de cristalización antes de emprender su separación por medio de centrifugas. El mestruo, residuo o agua madre que queda de la separación del azúcar morena constituye las melazas finales que contienen azúcar residual que sólo puede extraerse por cristalización mediante ciertos procesos de desazucarización, tal como el método Steffens a que antes de ha hecho referencia.

De lo que antecede se desprende que las mejoras en cuanto a la eliminación de la materia no sacarósica del jugo, se traducen no sólo en un aumento en el azúcar cristalizada de gran pureza sino que su efecto se hace sentir de modo cumulativo y beneficioso en el proceso de fabricación en conjunto, en vista



de disminuirse la necesidad de derretir, repurificación, re-  
evaporación y recristalización y haber menos necesidad de  
la desazucaración de las melazas o de aplicar el método de  
Steffens.

El uso de permutadores orgánicos catiónico y aniónicos,  
denominados también organolitos, según se emplean en el trata-  
miento de jugo de remolacha según este invento, entraña la  
substitución del equivalente gramomolecular de las impurezas  
iónicas disueltas por agua producida químicamente. Esto debe  
distinguirse del tipo de tratamiento por permutación que empli-  
ca el uso de materias que se clasifican como zeolitos. Estos  
son de naturaleza inorgánica y funcionan únicamente por vía  
de canje catiónico neutro, tal como el del ciclo del sodio.  
Simplemente reemplazan un catión que no es hidrógeno por otro.

A manera de contraste entre los organolitos de este in-  
vento y los zeolitos, se delinea el carácter y función de los  
últimos así: los zeolitos son sólidos granulares virtualmente  
insolubles en aguas neutras y soluciones acuosas. Los zeolitos  
cuando se tratan o generan con soluciones fuertes de sales al-  
calinas fuertes, tal como cloruro de sodio, adquieren en su  
estructura, por una especie de adsorción polar, los cationes  
de las soluciones fuertes. Los zeolitos no son estables en  
presencia de un álcali o un ácido, de allí que deban emplearse  
sales neutras para generarlos. Como son inestables en presen-  
cia de los ácidos, se desintegran, y por lo tanto no pueden



usarse en el tratamiento de líquidos ácidos. Cuando se hacen pasar soluciones de agua dura a través de estos zeolitos generados según la manera indicada o se tratan por dichos zeolitos, éstos tienen la virtud de canjear su ión alcalino por los iones térreocalcalinos y algunos de los otros cationes del agua que se está tratando, suavizando de este modo el agua. Su capacidad para formar incrustaciones en las calderas puede así reducirse, o puede disminuirse su efecto consumidor de jabón. Cuando se agota la capacidad permutante del zeolito, puede éste regenerarse si se vuelve a tratar con la solución de sal alcalina, etc., y de ese modo los zeolitos se pueden volver a usar. En todo caso, a causa de que éstas son reacciones de equilibrio en las que los cationes o iones alcalinos son tan sólo afectados, ello no entraña ninguna reducción efectiva en la concentración gramomolecular de las sales en solución.

En el caso del presente invento el jugo azucarado se somete tanto a una permutación catiónica como a una permutación aniónica, siendo ambos permutadores de naturaleza orgánica. Uno de los diversos permutadores orgánicos catiónicos conocidos que se consideran adecuados para los fines del presente invento es del tipo resinoso, y dicho permutador orgánico catiónico se describe como una resina sintética del tipo de fenolformaldehído polihídrico, que se sulfita a un grado tal que su contenido de azufre es no menos de 2,4 por ciento.



Un permutador orgánico aniónico conocido, que se considera adecuado para los fines de este invento es asimismo del tipo resinoso, y este permutador se describe como un producto insoluble semejante a una resina, que se obtiene por reacción del formaldehído con una amina aromática. Los permutadores del tipo que se contempla para uso en relación con este invento son virtualmente estables en presencia lo mismo de ácidos que de álcalis.

En esta forma el tratamiento por permutación catiónica se completa con el tratamiento por un permutador aniónico o ácido, que sirve para quitar los aniones ácidos que quedan sin afectar por el tratamiento catiónico, y los reemplaza por un ión de oxhidrilo (oxhidrilión), con formación de agua y reduce la concentración gramomolecular de las impurezas iónicas. Esta permutación iónica combinada da por resultado un jugo con un pH lo suficientemente alto para poderse concentrar y cristalizar sin inversión esencial. Según la práctica de este invento puede obtenerse un jugo purificado virtualmente neutralizado, junto con la eliminación de cationes y aniones. Entre las impurezas inorgánicas que pueden eliminarse del jugo mediante este tratamiento combinado figuran el potasio, el sodio, calcio, magnesio, hierro, aluminio, cloruros, nitratos y sulfatos.

En lo expuesto, en cuanto se relaciona con el funcionamiento de los permutadores, se ha hecho referencia a las impurezas del jugo azucarado que están disueltas en él y que son



iónicas, es decir, susceptibles de recogerse en los permutadores de organolito por desplazamiento químico. Pero también hemos descubierto que mediante la práctica de este invento pueden recogerse otras impurezas en los permutadores, impurezas que son orgánicas y algunas de ellas probablemente no iónicas. Hemos descubierto asimismo que mediante la práctica de este invento se recogen en los permutadores materias coloidales contenidas en el jugo, y por lo tanto los coloides del jugo que, dicho sea de paso son esencialmente orgánicos, puede decirse que pertenecen a un grupo de impurezas eliminables por medio de este proceso, clasificándose aquí estas impurezas como no iónicas. También hemos descubierto que los colorantes del jugo son igualmente recogidos en los permutadores. En realidad del jugo corriente de color amarillo que se alimenta a los permutadores sale un jugo efluente transparente como el agua.

En relación con el procedimiento de regeneración de los permutadores agotados contemplamos la obtención de impurezas del jugo en forma de productos accesorios en el licor de regeneración gastado. De esta manera contemplamos, por ejemplo, la obtención y utilización del potasio que se quita del jugo por permutación catiónica, en cuanto a su valor como producto accesorio o como abono.

Después de agotarse los permutadores, esto es, cuando se ha anulado su capacidad para recoger impurezas del jugo, deben regenerarse si el proceso se hace en efecto continuo. Se corta



de la línea una masa de permutador agotado cuando éste ha sido reemplazado por un permutador regenerado. Como medida preliminar para la regeneración, primero se desplaza de la masa del permutador gastado o agotado su contenido de jugo por medio de agua, efectuándose este desplazamiento de preferencia de la parte superior hacia el fondo o sea en dirección descendente, a causa de que el jugo es más pesado que el agua. Luego se hace un relavado de la masa en dirección hacia arriba, con agua de lavado, para quitarle la mayor cantidad posible de impurezas no iónicas, especialmente de las que están en la fase sólida. El paso siguiente es la fase de regeneración propiamente dicha. Ésta consiste en hacer pasar el regenerante por la masa que se está regenerando. En la masa catiónica, el regenerante es un ácido, mientras que en la masa aniónica es un reactivo alcalino. El paso del regenerante a través de las masas se hace de preferencia de la parte superior al fondo, o sea hacia abajo. El regenerante extrae de la masa las impurezas que han sido recogidas por el canje iónico. Las impurezas iónicas recogidas se quitan de los permutadores catiónicos y aniónicos en forma de sal contenida en el licor regenerante gastado.

El agotamiento de una masa fresca de permutador a medida que la solución desciende a través de la masa ocurre de modo continuo de la parte superior hacia el fondo de la masa del permutador. Existe por lo tanto una línea divisoria o zona



de transición entre la parte superior ya gastada de la masa del permutador y la parte inferior no agotada. Esta línea divisoria o zona varía constantemente hacia abajo, a través de la masa del permutador, pues al fluir la solución va dejando tras sí una parte gastada del permutador que va en creciente aumento conforme la solución avanza por la parte cada vez menor del permutador no agotado o todavía activo. La línea divisoria no es necesariamente una línea tajante o bien definida, pero se observará una disminución en la intensidad del permutador conforme se acerca el fondo de la masa del permutador. Esto es señalado por una indicación del registrador de pH de la solución que sale del permutador y constituye una advertencia de que el permutador que está casi agotado debe reemplazarse por un permutador fresco o regenerado. La regeneración de un permutador se opera de un modo progresivo parecido, a través de la masa.

Después de finalizarse la regeneración, el regenerante o licor de regeneración no usado debe quitarse por lavado de la masa de los permutadores por medio de agua de lavado. En el caso del permutador aniónico, si queda en la masa algún regenerante sin usar, cuando se le aplica jugo nuevamente, éste reacciona con el regenerante no usado y de ese modo se vuelve neutro. Es decir, el ácido producido en el jugo por el tratamiento de permutación catiónica anterior es neutralizado por el regenerante si usar, y la sal permanece en solución.



Se ha observado que los colorantes salen de las masas con el regenerante gastado principalmente de las masas aniónicas, aunque quizás pueden eliminarse algunos en los pasos de lavado de las masas.

Cuando se trata el jugo de caña con arreglo a este invento la situación es fundamentalmente la siguiente:

La práctica usual en la clarificación del jugo de caña de azúcar difiere del tratamiento acostumbrado para el jugo de remolacha en que el jugo de caña se somete a un tratamiento que implica principalmente la aplicación de cal al jugo combinado con calentamiento con el fin de coagular las impurezas que son coagulables de ese modo, a lo cual siguen los pasos de separación de los sólidos. En la tecnología del jugo de caña estos pasos de tratamiento se conocen con el nombre de defecación, y según la práctica corriente esto suele interpretarse en el sentido de que el tratamiento del jugo de caña por la cal se lleva a cabo de tal modo que el jugo quede con un pH de cerca de 6,5 a 8,6 más o menos. Los sólidos suspendidos se quitan del jugo generalmente por medio de un clarificador, lo que puede ser seguido por una operación de filtrado, para eliminar el lodo del clarificador, y el jugo clarificado y el producto limpio de filtración se hacen pasar al evaporador sin intentarse reducir la alcalinidad del jugo mediante pasos de tratamiento intermedio, tales como los que corresponderían a los pasos de carbonatación y sulfitación.



En los procedimientos de defecación empleados corrientemente en el tratamiento del jugo de caña, a diferencia de lo que ocurre con la materia coagulable, se dejan de extraer en grado apreciable impurezas iónicas que comprenden materia inorgánica en solución, y que pasan principalmente a formar parte de las melazas con la conseguinte pérdida de azúcar. De las sustancias no iónicas y no azucaradas, que comprenden materia orgánica disuelta, sólo se ha quitado una parte, entrando el resto a formar melazas.

La eliminación de las sustancias inorgánicas no azucaradas es importante por cuanto ellas retienen o aprisionan cantidades determinadas de sacarosa en forma no cristalizable.

La eliminación del color constituye un problema en el tratamiento del jugo de caña, y los métodos corrientes de defecación son ineficaces para quitar el color, a menos que se aplique una cantidad considerable de anhídrido sulfuroso ( $SO_2$ ) o carbón.

En el tratamiento del jugo de caña, la aplicación de cal debe mantenerse a un minimum práctico y virtualmente dentro de los límites antes indicados, porque la cal fuertemente alcalina es causa de muchos efectos perjudiciales en el tratamiento subsiguiente del jugo; de allí que el alto grado de adición de cal que precede a la carbonatación del jugo de remolacha no suele emplearse por lo común extensamente y por lo tanto rara vez se recurre a la carbonatación misma. La alcali-



nidad debe regularse con mucho cuidado a fin de evitar la acidez y la consiguiente inversión, por una parte, y para evitar un exceso inconveniente de alcalinidad, por otra. Ello no obstante en el tratamiento del jugo de caña se tropieza con un grado considerable de formación de incrustaciones, lo que exige frecuente limpieza e inspección y arreglo de los evaporadores, pues las impurezas inorgánicas del jugo de caña defecado contienen una mayor proporción de calcio que la que se encuentra en el jugo de remolacha clarificado. Pero cuando el jugo defecado se somete a un tratamiento de permutación iónica de acuerdo con este invento el calcio y los demás iones se extraen del jugo en el permutador catiónico, de modo que se reduce la dificultad de la formación de incrustaciones.

El potasio, el sodio y demás impurezas o sales que hay también presentes se eliminan del jugo por permutación catiónica y aniónica, según se mencionó antes al discutir el tratamiento del jugo de remolacha.

El bajo grado de adición de cal al jugo de caña se practica además a causa de la combinación del calcio con compuestos orgánicos, tal como la glucosa que haya en el jugo. Los gluconatos de calcio, si se forman, aumentan la pérdida de azúcar por vía de las melazas, y aumentan la viscosidad de la masa en los tachos al vacío, y de ese modo retardan y disminuyen la eficiencia de la cristalización. El tratamiento con arreglo a este invento reduce esta dificultad, pues los iones de calcio de los



gluconatos son recogidos también por el permutador catiónico, y la glucosa queda como tal en el jugo.

De ello se sigue que en la práctica del invento pueden ampliarse los límites permisibles de alcalinidad en el jugo, si se desea, a fin de obtener los resultados óptimos de la clarificación.

Además el jugo de caña tiene pronunciadas características de coloración y es difícil descolorarlo, de modo que aun el azúcar cristalizada y relativamente puro puede presentar sin embargo una coloración fuerte. Se necesita por lo común un tratamiento especial y separado de refinación para purificar y blanquear el azúcar cruda cristalizada de caña. Como el tratamiento según este invento quita el color lo mismo que las impurezas, ello sugiere la posibilidad de prescindir del tratamiento de refinación del azúcar.

Por lo demás el tratamiento del jugo de caña según este invento por sí mismo beneficia las operaciones de concentración y cristalización más o menos de la manera expuesta con respecto a la discusión del tratamiento del jugo de remolacha antes referido.

El invento posee otros objetos y ventajas características, algunos de los cuales, junto con los ya expuestos, se explicarán en la siguiente descripción. En ella las partes o piezas se identifican por medio de símbolos. En los dibujos anexos se ha ilustrado la mejor realización del invento que conocemos,



pero tal realización debe considerarse tan sólo típica de muchas posibles realizaciones, sin que el invento se limite a ella.

Los puntos novedosos característicos del invento se exponen especialmente en las especificaciones anexas. Con todo, el invento mismo tanto en lo que respecta a su organización como al método de funcionamiento, así como los objetos adicionales y ventajas se comprenderán mejor por la siguiente descripción de una realización específica al leerse con ayuda de los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama de flujo que se refiere más en particular a los pasos de tratamiento preliminar o clarificación empleados en el tratamiento del jugo de remolacha, y que también hace distinción entre el puesto de tratamiento por permutación y cierto equipo relacionado con el mismo.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo semejante al de la Fig. 1, con aplicación al tratamiento del jugo de caña.

La Fig. 3 es una representación esquemática más particularizada que presenta las baterías del tratamiento por permutación propiamente dichas y el equipo relacionado con las mismas.

La Fig. 4 es una representación esquemática de las baterías de permutación propiamente dichas con los elementos permutadores conectados entre sí, de modo que permitan separar masas de permutadores y colocar otras, y que muestran también las conexiones para agua de lavado y la solución regenerante respecti-



vamente.

La Fig. 5 presenta una disposición para obtención continua de muestras para un indicador continuo de pH o instrumento semejante.

Se comprenderá que en el caso del tratamiento del jugo de remolacha el jugo crudo o de difusión puede someterse primero a un tratamiento preliminar o de clarificación, esto es, un tratamiento para eliminar los sólidos coagulables. Por ejemplo, según la Fig. 1 ello comprende el hacer pasar el jugo 10 por un calentador 11, y luego por un primer tanque o puesto 12 para el tratamiento con cal, donde la adición de cal se indica en 11<sup>a</sup>, siendo la cal que se agrega, expresada en CaO, generalmente de 0,7 a 1,5 por 100 centímetros cúbicos de jugo en una instalación normal, y de 2,2 a 2,7 gramos por 100 centímetros cúbicos de jugo en una instalación Steffens. La alcalinidad de la cal y el calor dan por resultado la coagulación de los sólidos coagulables que hay en el jugo.

Según muestra el diagrama el jugo tratado con cal se hace pasar a un primer puesto o tanque de carbonatación 13 que aquí se indica ser del tipo de funcionamiento continuo. Así, pues, el jugo tratado con cal se somete a contacto con CO<sub>2</sub> o con gases que contienen CO<sub>2</sub> para producir una reacción con el compuesto de calcio o la cal, que da lugar a la formación de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), siendo el fin de ello la recolección o asentamiento de la materia coagulada en el jugo para fines de sedimen-



tación.

El gas entra por el fondo del tanque de carbonatación en 13<sup>a</sup>, por ejemplo, y después de pasar por la masa del jugo escapa hacia arriba en 13b. Pero la primera carbonatación se lleva a efecto solamente hasta un punto de alcalinidad bien por encima del neutro, en que virtualmente toda la fracción de materia coagulada puede hacerse asentar y que a alcalinidades más bajas del jugo podrían disolverse de nuevo. El jugo que contiene esos precipitados entra en un clarificador 14 que puede ser del tipo Dorr, de plantas, conocido para utilizarse a ese respecto. Los sólidos asentados o lodo residual procedentes del clarificador se hacen pasar después, según se indica, a un filtro continuo giratorio 15, del tipo Oliver, por ejemplo. La torta proveniente del filtro se descarga en 16, y el jugo limpio o producto de filtración 17 se une al jugo limpio de rebosamiento 18 procedente del clarificador para entrar a una segunda etapa de carbonatación o tanque 19, que puede ser en esencia análogo al primer tanque de carbonatación 13, entrando el gas en 19a y saliendo en 19b. Aquí prosigue la carbonatación, expresada en alcalinidad hasta alcanzarse un punto que corresponde a un pH de 9,0. En este caso también debe regularse la carbonatación con mucha exactitud, a fin de resguardar la reacción contra la formación de carbonatos solubles que de otra suerte permanecerían en solución en el jugo como una impureza o materia no azucarada agregada que puede provocar la formación de incrustaciones.



Aquí, en el punto adecuado se suspende la segunda carbonatación y el jugo carbonatado se hace pasar, por medio de una conexión de flujo 20, por un filtro-prensa 21, y luego, por la cañería 21a a un puesto, tanque o torre de sulfitación 22, donde se trata con  $\text{SO}_2$  o gas que contenga  $\text{SO}_2$  hasta que se establece el pH deseado en el jugo, entrando el gas en la torre en 22a, y después de ponerse en contacto con el cuerpo del jugo en la torre, sale de esta por 22. Los precipitados que puedan haberse formado en la cámara de sulfitación se extraen del jugo cuando éste se hace pasar por otro filtro-prensa 23, dando por resultado un jugo clarificado 24, llamado jugo delgado. Se emplean diversos calentadores para el jugo en todo el proceso del tratamiento descrito ya, sin que se señalen especialmente en el dibujo. Es posible, a la luz de las diversas prácticas introducir diversas modificaciones en las operaciones que se refieren a la adición de cal, carbonatación y extracción de sólidos.

El jugo que resulta de lo que aquí se llama fase de clarificación del método de tratamiento contiene todavía una cantidad de impurezas y materia disuelta, que comprende sales que producen incrustaciones y otras sales inorgánicas, materia orgánica disuelta y colorantes. Los efectos inconvenientes de estas substancias no azucaradas que hasta aquí no se han solido extraer de los jugos azucarados contribuyen a aumentar la formación de melazas, con pérdida de azúcar, formación de incrustaciones y



espuma, disminución en la eficiencia de la evaporación y cristalización, así como disminución de la eficiencia total y de la economía, como se ha indicado aquí.

En lo que respecta a la calidad del producto mismo, es decir, la pureza del azúcar, se ha encontrado a menudo en el azúcar de remolacha un contenido inconveniente de anhídrido sulfuroso. Además, la proporción de cenizas que comprenden trazas de potasio y nitrógeno que se halla presente en el azúcar de remolacha refinada, sostiene el desarrollo de esporas, permitiendo su multiplicación en el almacenaje. La presencia de estas impurezas en la fabricación de confites provoca la aparición de espuma y natas durante la cocción. Los efectos de la presencia de esporas sustentadas por las impurezas se hacen notar también en la fabricación de bebidas.

Pero estos efectos inconvenientes pueden reducirse al mínimo si el jugo clarificado en la forma expuesta se somete a un tratamiento de purificación por medio de permutadores iónicos de acuerdo con el invento. El jugo clarificado pasa por una conexión de flujo 25 a un puesto de tratamiento de purificación que se designa colectivamente con el número 26 que luego se discute más específicamente con respecto a las Figs. 3 y 4. Baste decir en este punto que el puesto de purificación comprende un puesto de enfriamiento 27, un puesto de filtración 28, y el puesto de permutadores 29 propiamente dichos, a través de los cuales puestos el jugo puede pasar sucesivamente.



Una conexión de flujo, de desviación, 30 que lleva una válvula 30a, según se indica, conduce de la conexión de flujo 20 a la conexión de flujo 25, de modo que la cámara de sulfitación 22 y el filtro-prensa 23 puedan eludirse. Esta disposición permite omitir la sulfitación, con el fin de hacer pasar el jugo carbonatado como tal al puesto de purificación 26. En esta forma la tarea del ajuste del pH que generalmente se efectúa por medio de la sulfitación se sitúa donde puede realizarse sin el inconveniente de la sulfitación, esto es, por medio de la eliminación del calcio por permutación catiónica.

El jugo así purificado en el puesto de purificación 26 puede evaporarse más fácil y eficientemente en los evaporadores 31, y debido a la reducción de melazas puede manipularse con mayor eficiencia en el puesto de cristalización 32. Por consiguiente es capaz de producir un rendimiento directo mayor de azúcar blanca del primer tacho al vacío, y por lo tanto menos fracciones de azúcar intermedia y morena que hervir. Esto a su vez significa que una cantidad relativamente menor de azúcar del tacho intermedio requiere volverse a derretir y devolverse para ser cristalizada de nuevo en el primer tacho o tacho de azúcar blanca, y a la vez hay que volver a derretir, clarificar, evaporar y cristalizar nuevamente una cantidad de azúcar morena relativamente menor del tercer tacho. Por el mismo motivo, es decir, por la reducción de la cantidad de melazas, se reduce la carga relativa que se impone a las centrifugas y



se mejora su funcionamiento. Se disminuye también la necesidad del tratamiento por desazucarización o por el métodos Steffens. La economía en el combustible, vapor, aparatos, maquinaria, gastos de conservación y mano de obra es también otra consecuencia de este invento. En resumen las ventajas obtenidas de la intensificada purificación del jugo, según se efectúa mediante este invento, tienen un valor cumulativo definido en el proceso del tratamiento en conjunto.

La representación esquemática de la Fig. 2 se refiere al tratamiento del jugo de caña. Por ejemplo, el jugo crudo 33 entra en una etapa de tratamiento con cal o tanque 33a, donde se dosifica y trata con un compuesto adecuado de calcio, tal como la cal, es decir, hidróxido de calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), indicándose en 34 la introducción de la cal. Esta operación se conoce generalmente y se designa aquí con el término de tratamiento preliminar con cal, para distinguirla de la operación subsiguiente de adición de cal. El jugo tratado preliminarmente con cal pasa por un calentador 35, y de allí a un segundo puesto de tratamiento con cal o tanque 36, donde se agrega la cal en 37. Como resultado del calor y el tratamiento con cal, se halla presente una cantidad de impurezas en el jugo en estado coagulado. Este jugo se hace luego pasar por la cañería 38 a un clarificador 39, por ejemplo un clarificador de platos múltiples del tipo Dorr, en el cual la materia coagulada, suspendida y asentable se extrae en forma de residuo o lodo en 40,



mientras que el jugo clarificado sale del clarificador como rebosamiento en 41. El residuo o lodo 40 se trata además en una operación de filtración para la que se emplea un filtro continuo giratorio 42, que puede ser un filtro Oliver. Sin embargo, en un caso semejante, a causa de la dificultad de obtener un producto limpio de filtración en un filtro giratorio del lodo de jugo de caña, este producto de filtración se hace regresar generalmente al clarificador precedente para volverlo a tratar junto con el resto del volumen de jugo, y este retorno se representa por una tubería 41a del filtro 42 que se une a la tubería 38 del jugo que entra en el clarificador 39. La torta sale del filtro por 42a.

El jugo clarificado 41 se somete luego a un tratamiento de purificación, haciéndolo pasar a un puesto de tratamiento de purificación que se designa colectivamente por el número 43, y que a manera de ejemplo puede decirse que corresponde en general al puesto de purificación designada con el número 26 en la Fig. 1, y que se presenta más en detalle en las Figs. 3 y 4. Así, pues, la presentación más detalla de las Figs. 3 y 4 del puesto de purificación y la discusión de su funcionamiento que luego se da, para los fines de este invento, puede decirse que se aplican por igual, en esencia, tanto al tratamiento del jugo de remolacha como del jugo de caña. Por consiguiente en la Fig. 2 se indica que el tratamiento de purificación comprende también un puesto de enfriamiento 43a, un puesto de filtro 43b, y un



y un puesto de permutadores 43c. El jugo de caña así purificado se hace pasar al puesto de evaporación 44 y luego al de cristalización 45.

Los jugos azucarados, tales como el de remolacha y el de caña, puede decirse que difieren el uno del otro en razón de cierta diferencia en las impurezas que contienen, y esa diferencia determina los tipos respectivos de tratamiento preliminar que se emplea corrientemente para su clarificación. Y así, por el mismo motivo difieren los respectivos jugos clarificados, a causa de cierta diferencia en las cantidades o proporciones y tipos de materias no sacarósicas, impurezas y colorantes que quedan todavía en ellos aun después de la clarificación. En la fabricación actual de azúcar de caña el azúcar de caña resultante se designa azúcar de calidad superior por poco refinada que sea, pues todavía le quedan impurezas, y especialmente colorantes, que normalmente no se hallan presentes en el azúcar de remolacha terminada en la fábrica, según está representada por el azúcar blanca antes mencionada.

Sin embargo, cuando los respectivos jugos se someten a un tratamiento de purificación por permutación de acuerdo con este invento, se efectúa la extracción de las materias no azucaradas disueltas, inorgánicas, orgánicas, iónicas, no iónicas y colorantes, lo mismo que coloides que generalmente no se eliminan por medio del tratamiento preliminar de los jugos. Es decir, el permutador puede verse cargado variamente con mayor cantidad



de un tipo de impureza que de otro, según que predominen unas impurezas sobre las otras en los jugos respectivos. Por ejemplo, en el jugo de remolacha el potasio y el sodio figuran entre las impurezas inorgánicas más salientes, mientras que en el jugo de caña el calcio puede exceder de las demás impurezas. El resolver cada situación respectiva en los permutadores es una cuestión de su funcionamiento y balance, asunto que se tratará luego al discutir el funcionamiento. De este tratamiento de purificación por permutación, si se practica de acuerdo con el invento, puede decirse que tiene un influjo igualador en lo que respecta al tratamiento de ambas clases de jugos, pues en ambos pueden aliviarse las dificultades debidas a la presencia de materias no azucaradas, y las ventajas resultantes son semejantes respecto de la calidad del producto final y del funcionamiento en la fábrica.

Otro aspecto importante de este invento es el de que la práctica del tratamiento de permutación de organolito según se propone aquí permite importantes modificaciones en el equipo y en la manera de llevar a cabo los pasos precedentes del tratamiento de clarificación.

Según se aplica al tratamiento de jugo de remolacha (véase la Fig. 1) tal posible modificación implica, por ejemplo, la supresión del tratamiento corriente con anhídrido sulfuroso en el tanque 22, por medio de la conexión de desviación 30, según se indica. La tarea de ajuste del pH (precipitación del calcio)



que realiza este tanque 22 puede hacerse recaer sobre la batería o puesto de permutadores sin tropezarse con los inconvenientes antes apuntados, inherentes al funcionamiento del tanque 22 de tratamiento con anhídrido sulfuroso.

En vista de la función del puesto de permutadores, este invento contempla la omisión hasta del tratamiento de carbonación. En cambio, los pasos precedentes de calentamiento y adición de cal se llevan a cabo con vistas a una regulación adecuada del pH de modo tal que se obtenga un efecto óptimo de clarificación que corresponda a cierto ajuste del pH (de un índice de 10). El calcio requerido en este caso será considerablemente menor que el que se necesita para la carbonatación, y de esa manera se realiza una economía correspondiente de cal. El exceso de calcio disuelto introducido así en el jugo es extraído subsiguientemente por medio de la batería de permutadores, en vez de eliminarse mediante el tratamiento de carbonatación. Las etapas de carbonatación 13 y 19 pueden substraerse por medio de una disposición adecuada de conexiones y válvulas de desviación, mientras que el clarificador 14 y el filtro 15 pueden retenerse y servir para extraer del jugo tratado con cal los sólidos suspendidos, floculados y precipitados.

Según se aplica al tratamiento del jugo de caña (véase la Fig. 2), una modificación importante en el modo de llevar a cabo el tratamiento de clarificación consiste en la posibilidad de suprimir las limitaciones impuestas hasta ahora al funcionamiento



por las exigencias del tratamiento de defecación acostumbrado. Dada la función de las baterías de permutadores ahora ya no es necesario limitar el pH permisible del jugo a un punto lo suficientemente bajo para evitar la excesiva formación de gluconato de calcio y la producción de incrustaciones en los evaporadores, y no suficientemente alto para lograr los resultados óptimos de clarificación. Es decir un pH más alto (de un índice de 10) se puede permitir ahora en el jugo como resultado del tratamiento con cal, para la obtención de efectos óptimos de clarificación, pues el exceso de calcio puede eliminarse en el puesto de permutadores. La formación de cantidades excesivas de gluconato de calcio en estas condiciones y la producción de incrustaciones en los evaporadores no son de temer, puesto que el tratamiento por permutación disocia el gluconato y restaura allí el componente glucosa a su forma original, mientras que el componente calcio es absorbido por el permutador.

Todavía otro modo de tratar los jugos consiste en emplear el paso de tratamiento por sulfitación o tanque 23 después del calentamiento y la separación de sólidos sin el tratamiento de carbonatación.

El tratamiento según este invento a causa de la mayor eliminación de impurezas de los jugos azucarados se traduce en numerosas mejoras y en un aumento general de la eficiencia en todo el proceso de fabricación, y especialmente en las operaciones de concentración y cristalización. Entre esas mejoras



figuran las siguientes:

Supresión de las incrustaciones en los evaporadores, debida a la eliminación de materia inorgánica, incluso sales de calcio.

Evaporación más rápida y serena durante la concentración, debida a la mayor eliminación de coloides e impurezas solubles.

Aumento en la capacidad de los tachos al vacío y centrífugas, debido a la eliminación de las impurezas referidas.

Mejora en la calidad del azúcar tanto en cuanto a su aspecto como desde el punto de vista de su análisis. El contenido de cenizas se reduce, especialmente el de sulfitos y sulfatos inconvenientes. La reducción extensa de las impurezas reduce al minimum la posibilidad de la proliferación perjudicial de esporas en azúcares o jarabes.

Se producen considerablemente menos melazas, debido a la reducción de las impurezas del jugo que provocan la formación de melazas. Se efectúa un aumento concomitante en el rendimiento de azúcar.

Se efectúan economías de vapor y de combustible en el funcionamiento del ingenio, así como otras economías, debidas, por ejemplo, a una disminución relativa de las exigencias de nueva fusión, nueva purificación, nueva evaporación, nueva cristalización, etc., a que se ha hecho referencia al principio.

Mayor libertad en la realización de los pasos preliminares del tratamiento.

Si bien en lo anteriormente expuesto se ha descrito el



uso de los organolitos a manera de ilustración, según se aplica a jugos que contienen azúcar, tales como el de remolacha y el de caña, puede aplicarse también en condiciones ventajosas a la refinación de azúcar de caña cruda, puesto que los colorantes y demás impurezas que hay que quitar del azúcar cruda son esencialmente del mismo tipo que las impurezas que se eliminan del jugo azucarado por medio de los organolitos. Si el jugo azucarado se clarifica suficientemente por medio del tratamiento con organolitos, el azúcar cruda sería suficientemente pura y haría innecesaria la refinación. Por otra parte puede extraerse azúcar pura del jugo en una fábrica o ingenio o en un país donde todavía no se ha puesto en práctica el uso de los organolitos, y transportarse luego el azúcar cruda para ser refinada en una refinería de azúcar donde se utilizan ya los organolitos.

Los organolitos pueden emplearse asimismo en la extracción de dextrosa o azúcar de maíz del almidón de maíz. Por lo común se hidroliza una solución que contiene almidón de maíz con un ácido, tal como el ácido clorhídrico, para producir dextrosa en la solución, después de lo cual la solución que contiene la dextrosa tiene que clarificarse para quitarle los colorantes y demás impurezas. Estos pueden quitarse mediante el empleo en la solución hidrolizada de dextrosa de un tratamiento con organolitos según aquí se describe.

Así, pues, el tratamiento con organolitos conforme a este invento es útil en la clarificación y purificación de soluciones



de las cuales hay que extraer azúcar, tal como el jugo de caña, el jugo de remolacha, el almidón de maíz y del azúcar cruda derretida.

Pasamos a dar, en relación con las Figs. 3 y 6, como ejemplo, la descripción del puesto de purificación que comprende las baterías de permutadores propiamente dichas y cierto equipo accesorio o asociado, discutiendo su funcionamiento. Lo que indican las Figs. 3 y 4 es a manera de ejemplo y susceptible de modificaciones. En la Fig. 3 el jugo sometido a tratamiento preliminar o clarificado 46, caliente todavía por la operación de tratamiento preliminar, su suministra por las cañerías 47 y 47a y por las válvulas 48 y 49 al puesto de enfriamiento que aquí se ve constar de dos secciones o etapas, a saber, un permutador de calor 50, seguido de un enfriador o reforzador 51. El jugo pasa primero por el permutador de calor 50, donde se enfría hasta cierto punto y de modo económico utilizando como medio de enfriamiento el jugo enfriado que ha pasado ya por el tratamiento subáguiente de permutación y a su vez vuelve a calentarse para nuevo tratamiento, según se describirá. Por medio de las válvulas 52 y 53 el jugo pasa luego al enfriador complementario 51, donde se baja su temperatura al grado que se desea mediante agua de enfriamiento, que entra y sale respectivamente por 51a y 51b. El jugo enfriado pasa por las válvulas 54 y 55 y luego por una cañería 55a y válvula 56 a un puesto de filtración, representado por un filtro 57, de donde sale por un cañería 59, haciéndolo



entrar al puesto de permutación "E" propiamente dicho que, como se ve, consta de algunas unidades o masas de permutador catiónico, que funcionan en serie y que aquí se designan con el número 60, y una batería de unidades aniónicas o masas, señalada con el número 61. A fin de hacer funcionar el enfriador y filtro descritos es necesario mantener cerradas otras válvulas y ciertas conexiones de desviación. Por este motivo deben mantenerse cerradas las válvulas 62, 62a, 63, 63a, y, si se desea, también la válvula 64. Por otra parte, es posible por medio de las cañerías de desviación 65, 66, 67, 68, 69, y accionando los juegos de válvulas adecuados, usar una de las secciones de enfriamiento, sola, o ambas en serie, y hacerlo en cada caso usando o no usando el filtro 57. También el filtro 57 puede emplearse solo, es decir sin que funcione el puesto de enfriamiento. El puesto de enfriamiento lo mismo que el puesto de filtración pueden eludirse haciendo pasar el jugo por las cañerías 68 y 69, directamente a la cañería 59 y luego al puesto de permutación "E".

Hemos descubierto que el enfriamiento del jugo obtenido después del tratamiento preliminar, es capaz de coagular y precipitar algunas de las impurezas del jugo. Este es un fenómeno que no era de esperarse, pues por lo común es necesario ejercer sumo cuidado para no permitir que la temperatura del jugo descienda más allá de lo que se considera límites de seguridad para mantener las condiciones convenientes de tratamiento. Generalmente la temperatura del jugo que pasa por el tratamiento



preliminar se refuerza repetidas veces en diversas etapas del tratamiento, y se provee calentamiento antes de que los jugos entren en los evaporadores. Como parte de este invento proponemos, si es el caso, hacer funcionar el puesto de purificación por permutadores a temperaturas menores que las que generalmente rigen para el jugo según las prácticas corrientes. Por ejemplo, hemos visto que al tratar el jugo de remolacha obtenido después del tratamiento preliminar que comprende sulfitación y que tiene una temperatura de unos 90 a 100 grados C., el enfriamiento hasta 20 a 30 grados C. provoca la aparición de una cantidad apreciable de materia coagulada en el jugo. Tales sustancias coaguladas, se se dejan en el jugo, pueden producir obstrucción y contaminación gradual de las masas de los permutadores, y, en todo caso, pueden disminuir la eficiencia permutante haciendo que los gránulos del material permutante se revistan de una película. Proponemos que se hagan interceptar, por ejemplo, en el filtro 57.

También podemos escoger o preferir el hacer funcionar las masas de permutadores a temperaturas inferiores de las que prevalecen en el jugo según las prácticas corrientes de tratamiento, porque el jugo al pasar por los permutadores se acidifica temporalmente. Se crea un medio ácido en el permutador debido a la función acidificante del permutador catiónico; de allí que manteniendo las temperaturas de funcionamiento en los permutadores razonablemente bajas, puede evitarse un estado en que



la acidez y las temperaturas mayores coactúan para provocar la inversión de la sacarosa en el jugo, no siendo cristalizables las azúcares invertidas, y aumentar la producción de melazas. Hemos tratado en esta forma el jugo de remolacha que se obtiene bajo las condiciones de funcionamiento de la fábrica, y todo indica que el azúcar del jugo permanece libre de inversión.

Por lo expuesto se comprenderá que haciendo funcionar el puesto de permutadores con la interposición de los puestos de enfriamiento y de filtración, puede obtenerse una doble ventaja.

El jugo entra luego en la batería de permutadores catiónicos 60, que, como se indica consta de tres etapas o unidades o masas de permutadores, 60a, 60b, 60c, conectadas en serie. El jugo entra en la unidad 60a por el fondo, asciende a través de la masa del material permutador manteniendo éste en un estado de agitación moderada, y por la parte superior del mismo fluye por una conexión 70 al fondo de la masa siguiente, 60b, y así sucesivamente, ascendiendo por la masa 60b, y pasando luego por la conexión 71 y ascendiendo por la masa 60c. En este punto el jugo puede haber alcanzado el máximo de acidez a causa de haber recibido los hidrogeniones del permutador a cambio de los cationes de las sales disueltas y ionizadas en el jugo, que son recogidos por el permutador mediante el mecanismo químico que ya se ha explicado. En este estado de acidificación que podría llamarse su estado de permutación intermedia o de transición, el jugo es trasladado a la batería de



permutadores aniónicos 61 que aquí, a manera de ejemplo, se hace consistir de tres etapas, unidades o masas, designadas por los números 61a, 61b, 61c, respectivamente y que están conectadas en serie por conexiones de flujo 72 y 73, que permiten al jugo fluir con dirección hacia arriba por la sucesión de masas.

El jugo puede trasladarse de las masas de permutación catiónica a las masas de permutación aniónica directamente por las tuberías 74, 75, 76, 77, con las válvulas 78, 79, 80 abiertas, mientras las válvulas 81, 82, 83 están cerradas, o puede someterse a un tratamiento intermedio, según se describirá luego.

Podemos decidir conectar las masas de tal manera que una masa aniónica alterne con una masa catiónica. En ese caso el jugo que pasa por la serie se acidifica y se desacidifica repetidas veces.

En vista de la posible formación de gases, por ejemplo en la batería de permutadores catiónicos 60 proveemos medios para evacuar el jugo después de salir de la batería catiónica 60. Tales medios están representados, por ejemplo, por un dispositivo evacuador de construcción conocida, interpuesto funcionalmente entre la batería de permutadores catiónicos 60 y la batería de permutadores aniónicos 61, según se indica en 84. Si se desea conectar y poner a funcionar el evacuador, se cierra la válvula 78, lo mismo que las válvulas 85 y 83, mientras que



La válvula 81, las válvulas 86 y 87, así como las válvulas 82, 79, 80 permanecen abiertas. El jugo queda así libre para pasar de la última masa catiónica 60c de la batería 60 por las cañerías 74 y 89 al evacuador 84, y de allí por las cañerías 90, 91, 76, 77 a la primera masa 61a de la batería de permutación aniónica 61.

Además interponemos y disponemos para ser usado a opción entre las baterías de permutación catiónica y aniónica u dispositivo o puesto de filtración según se indica en 88. Este filtro puede excluirse del servicio mediante el cierre de las válvulas 83 y 85, pero puede ponerse a funcionar mediante el uso apropiado de las válvulas que se indican y que se explican por sí mismas en la Fig. 3 de los dibujos. En esta forma el jugo pasa por las válvulas abiertas 78, 82, 85, 83, estando todas las demás válvulas cerradas, y por las cañerías 74, 75, 91, 92, filtro 88 y cañerías 92a y 77.

Con las válvulas y conexiones que se indican en el dibujo el jugo puede hacerse pasar por el dispositivo de evacuación 84 y el filtro 88 en serie, para acondicionarlo antes de que entre en la primera masa 61a de la batería de permutación aniónica 61.

Se recordará por una explicación anterior que aquí se da, que en las masas de permutación aniónica el jugo que antes se había vuelto ácido en las masas de permutación catiónica, se desacidifica gradualmente a causa de la función de permutación



aniónica, mediante la cual los iones OH del permutador aniónico son canjeados por el anión del ácido en el jugo, con formación de agua. Así pues, por la acción combinada o complementaria de los permutadores tiene lugar un reemplazo de la sal inorgánica iónica disuelta por un equivalente gramomolecular de agua, pues los cationes y aniones de la sal han sido recogidos por los permutadores respectivos.

Aparte de reemplazar las sales con agua de esta manera complementaria, se comprenderá que el permutador catiónico lo mismo que el permutador aniónico, cada uno de por sí, puede recoger los iones respectivos de otras sustancias fuera de las puramente inorgánicas. Un ejemplo es la eliminación por el permutador catiónico del ión de calcio en el gluconato antes mencionado que se encuentra en el jugo de caña sometido a tratamiento preliminar. De modo análogo, el permutador aniónico puede recoger aniones de otros compuestos fuera de las sales orgánicas iónicas corrientes. En esta forma se impone a las masas catiónicas lo mismo que a las masas aniónicas la tarea de eliminar los respectivos iones del jugo, además de los que constituyen las sales inorgánicas disueltas que se reemplazan con agua. Los cambios resultantes en la carga son atendidos por las capacidades adecuadas de los permutadores. También se impone a los permutadores la eliminación de materia orgánica disuelta, materia no iónica y colorantes, y quizás de materias superficiales que se adhieren a la superficie de los gránulos



del material permutante.

El jugo purificado o como aquí se le llama, terminado, sale de la última masa del permutador aniónico 61c por el tubo 93. Si se cierra la válvula 94 y se abre la válvula 95, el jugo, en las condiciones que aquí se consideran está relativamente frío, y pasa por una cañería 96 al permutador de calor 50, situado antes de el puesto o baterías de permutadores iónicos. Después de haber enfriado al jugo que entra y habiendo a su vez absorbido o recuperado calor de él, el jugo terminado y calentado previamente pasa del permutador de calor 50 por una cañería 97 y válvula 98, a un calentador 99 donde se eleva más su temperatura a un punto conveniente, antes de hacerse pasar por las válvulas 100 y 101 a la cañería 102 que conduce a los evaporadores, mientras la válvula de desviación 103 cierra el tubo de desviación 104. Abriéndose la válvula de desviación 103 y cerrando las válvulas 98 y 100 puede suspenderse del servicio el calentador 99. La operación de calentamiento previo en el permutador de calor 50 puede excluirse cerrando la válvula 95 y haciendo pasar el jugo terminado de la cañería 93 a través de la válvula 94, y también por la válvula 105 a un calentador 106, y de allí por las válvulas 107 y 108, y por la cañería 102 que conduce a los evaporadores, estando entre tanto cerradas las válvulas 101 y 109.

Con respecto a las masas del permutador debemos decir que es conveniente mantener la operación casi continua o lo más



uniformemente posible. Esto exige la segregación de una masa cuya capacidad permutante se considera anulada o agotada, colocándose en su lugar una masa de permutador fresco o regenerado siempre que se necesite. El agotamiento de la capacidad de una masa de permutador ocurre más o menos de la manera siguiente:

Un cuerpo o masa individual de permutador de un determinado material permutante tendrá una curva característica según la cual ocurre su agotamiento químico como función del volumen de solución, o jugo azucarado, que pasa a través de la masa en determinadas condiciones de flujo. Durante cierto período de tiempo se mantiene un paso o velocidad de conversión o intensidad de permutación bastante uniforme o aun aumentado, pero desciende de modo marcado al llegarse al punto de falla de tal permutador.

Se produce un debilitamiento en la permutación o en la fuerza química a causa de la disminución gradual en la capacidad o poder permutante del permutador. En primer lugar, la intensidad de permutación en la masa es mayor en el extremo de entrada donde el permutador fresco da con el jugo fresco, pero es menor hacia la salida, donde el permutador entra en contacto con jugo en el que una cantidad de sus componentes han sido convertidos, permutados o extraídos por el permutador. Por consiguiente un permutador se agota en forma de una zona progresiva desde el extremo de entrada hasta el extremo de salida. Conviene, pues, hacer la distinción entre el agotamiento local



en una zona de la masa y el agotamiento medio de la masa entera.

Esta consideración es de importancia práctica para establecer un funcionamiento casi continuo del puesto de permutadores o baterías.

Con referencia a la Fig. 3, como ejemplo, en el funcionamiento de la batería de permutación catiónica 60, cuando la primera masa 60a ha llegado a un grado de agotamiento predeterminado, se suspende su servicio y se hace funcionar la masa siguiente, 60b, que está menos agotada, en lugar de la primera. La tercera masa 60c, que puede estar todavía menos agotada, se hace funcionar entonces en segundo lugar, mientras se coloca una nueva masa o masa regenerada para funcionar en tercer lugar. La batería catiónica puede entonces seguir funcionando hasta que de nuevo el agotamiento de la primera masa exija un cambio. Una práctica análoga puede adoptarse con respecto al funcionamiento de la batería de permutación aniónica 61. Un método práctico de hacer funcionar una batería tal como la batería de permutación catiónica 60 ó la batería de permutación aniónica 61, es dejar que el grado medio de agotamiento de la primera masa ocurra no más allá de lo que justifica la capacidad permutante de reserva representada por las otras masas menos agotadas de la batería o serie. Dicho de otro modo, el límite permisible de agotamiento de la primera masa debe determinarse por el estado de agotamiento mínimo de la última masa y en correspondencia con él. Expresado aún de otro modo, debe



efectuarse un cambio de las masas en principio antes de que ocurra la "falla" o pérdida práctica de la eficiencia en la última y, presumiblemente, menos agotada de las masas. Se trata por lo tanto de determinar los límites permisibles de agotamiento en relación con la capacidad permutante de reserva, y de mantener el funcionamiento virtualmente dentro de los límites de esa reserva.

En el caso presente, el grado medio de agotamiento de una masa en determinado momento puede medirse con arreglo al pH del jugo que se ha tratado en la masa, en razón de que el pH indica el grado de acificación del jugo conforme pasa a través de las masas catiónicas, así como también el grado de desacidificación al pasar por las masas aniónicas. Después de haberse establecido las debidas relaciones de funcionamiento entre los grados de paso o velocidad de flujo del jugo, la capacidad permutante de reserva de las masas, y los índices de pH permisibles del jugo tratado, puede fijarse una norma práctica que sirva de guía para efectuar el cambio y renovación de las masas, formulada a base de tales relaciones e índices.

Durante el funcionamiento, cuando la primera masa catiónica trabaja con adecuada intensidad de permutación, el jugo que sale de esa masa tendrá su pH más abajo de un límite predeterminado, disponiéndose todavía de suficiente capacidad permutante de reserva en la primera masa y la siguiente c



siguientes. Al formarse una zona crítica en la primera masa, disminuye la capacidad permutante de reserva; mientras que el pH del jugo tratado en la primera masa asciende, indicando una disminución en la intensidad de permutación de la masa. Por lo tanto cuando el pH sube hasta un índice predeterminado, debe efectuarse un cambio o renovación de las masas en la forma indicada, a fin de proporcionar nueva capacidad permutante de reserva en la serie para otro período. De modo análogo, cuando la primera masa aniónica trabaja con una intensidad permutante adecuada, el jugo que sale de la primera masa aniónica tendrá su pH más arriba de dicho límite predeterminado, disponiéndose de suficiente capacidad permutante de reserva en la primera masa o la siguiente o siguientes.

Una modalidad en el funcionamiento de la permutación según el método de este invento consiste en el uso de sólo dos masas catiónicas activas en serie, seguidas de dos masas aniónicas activas también en serie. De ese modo solamente una masa catiónica tiene que hacerse funcionar en relación con la otra, y por lo tanto su equilibración se simplifica, y de análoga manera sólo hay que coordinar una masa aniónica con la otra. Evitando la "falla" en las segundas masas respectivas, el funcionamiento puede realizarse dentro de un margen de seguridad en lo que se refiere a la capacidad permutante de reserva.

La regeneración de las masas agotadas puede efectuarse



simultáneamente con el funcionamiento activo del puesto o batería de permutadores. De acuerdo con la presente indicación la operación de regeneración consta esencialmente de tres fases, a saber, el desalojamiento y lavado del jugo azucarado y de las impurezas superficiales de la masa, el tratamiento de la masa con la solución regenerante, y desalojamiento y lavado del regenerante no usado o residual de la masa. Estas operaciones se efectúan de modo que el material permutador permanezca virtualmente sumergido en todo momento.

Hacemos hincapié, si bien no en un sentido limitativo, respecto de la manera en que efectuamos la primera de estas fases de tratamiento, es decir, de la expulsión del jugo e impurezas superficiales de la masa. Esto es, primero expulsamos y desalojamos por lavado el jugo que haya en la masa, mediante un flujo dirigido hacia abajo de agua de lavado a través de la masa a fin de obtener la eliminación del jugo que tiene cierta viscosidad y que es más pesado que el agua, lo cual debe hacerse de manera suave. Luego empleamos un flujo dirigido hacia arriba de agua de lavado, que se hace pasar a través de la masa, con lo cual ésta se mantiene en condición suelta y cualquier materia superficial o impurezas que haya recogido se expelle con el lavado. En esta forma la masa se acondiciona para la fase de regeneración propiamente dicha y ésta puede realizarse eficazmente, pues ningún



jugo azucarado podrá reaccionar con el regenerante, y no habrá impurezas superficiales obstructivas en el material del permutador que estorben el grado o velocidad de la regeneración propiamente dicha.

En el tratamiento regenerativo del permutador se emplea una solución regenerante del tipo, fuerza y concentración adecuados. Por conversión en el permutador, la solución se reduce a un punto de concentración correspondiente a la intensidad de la conversión o permutación, y respectivamente enriquecida en sales, como se explicó antes. Con motivo de esta regeneración se extraen de la masa otras impurezas que ha recogido, tal como materia orgánica disuelta, y en particular hemos observado diversos grados de coloración en el licor regenerante gastado, que interpretamos corresponder a los colorantes eliminados del jugo por el permutador. Tales coloraciones se han puesto especialmente de manifiesto en el licor regenerante proveniente de las masas aniónicas.

Tal licor regenerante gastado puede utilizarse para aprovecharse su contenido de valor o productos accesorios que de él pueden extraerse y a que antes nos hemos referido.

La fase siguiente u operación de lavado elimina de la masa el regenerante no utilizado o residual, evitando que reaccione luego con el jugo que se alimenta a la masa.

A fin de mantener el funcionamiento del puesto de permutadores, parece conveniente proveer por lo menos una masa



extra en cada batería, aparte de las que trabajan de ordinario, de modo que haya una masa regenerada disponible para substitución activa en la batería cuando se necesite.

Ahora se describirá un puesto de permutadores que funciona de acuerdo con este invento, de modo más detallado y en relación con la Fig 4 de los dibujos.

Este puesto según se indica contiene una batería de permutación catiónica 111, y una batería de permutación aniónica 112. Un puesto de equipo 113 va dispuesto entre las dos baterías para el tratamiento intermedio del jugo, si se desea. Corresponde al equipo que comprende el evacuador 84 y el filtro 88 en la Fig. 5, y por lo tanto las mismas piezas de este puesto intermedio se designan con los mismos números en las Figs. 3 y 4. Sin embargo en la Fig. 4 aparecen dos válvulas más, 114 y 115, mediante las cuales todo el puesto de tratamiento intermedio puede desconectarse, mientras que una tercera válvula 116a, cuando se abre, permite efectuar el desvío, eludiendo el puesto intermedio, y dirige el jugo de la batería de permutación catiónica 111 a la batería de permutación aniónica 112.

La batería de permutación catiónica 111 consta de cuatro unidades o masas de permutador, 111a, 111b, 111c, 111d. Un distribuidor de jugo 117 tiene conductos laterales o ramales 118, 119, 120, 121, para alimentar el jugo selectivamente por las respectivas válvulas 122, 123, 124, 125 a las masas de



150548

permutadores 111a, 111b, 111c, 111d, respectivamente, entrando el jugo por la parte del fondo de las unidades, como se verá. Un distribuidor de descarga de jugo correspondiente, 126, recibe el jugo tratado de la parte superior de las respectivas unidades, según se explicará, y a este fin está provisto de los respectivos conductos laterales o ramales 127, 128, 129, 130, que tienen las respectivas válvulas 131, 132, 133, 134, a través de las cuales puede descargarse el jugo tratado de las unidades 111a, 111b, 111c, 111d, respectivamente. El ramal 130 difiere un poco de los ramales 131, 132, 133, en que termina en una conexión transversal 135 que se extiende entre las válvulas 134 y 114. La primera unidad 111a tiene una conexión de entrada 136 para el jugo que va a tratarse, que termina en una parte transversal 137, la cual a su vez se extiende entre la válvula 122 y una válvula 138. El jugo tratado sale de la primera unidad por la parte de arriba por una conexión de salida 139, que a través de una válvula 140 conduce a la conexión de cambio 141, que se extiende entre las válvulas 123, y 131, y que conduce a la masa de permutador siguiente, 111b, por una conexión de entrada 142 en el fondo de la misma y a través de la válvula 160. El jugo sale de nuevo de esta unidad 111b por la parte de arriba por una conexión de salida 143, por una válvula 144 y es conducido a una parte de cambio 145, que se extiende entre las válvulas 124 y 132, que a su vez conducen por una conexión de entrada 146 y válvula 147 a la



parte del fondo de la tercera unidad de permutación 111c.. El jugo sale de la unidad 111c por la parte de arriba por una conexión de salida 148 y válvula 149 para pasar a la conexión de cambio 150 que se extiende entre las válvulas 125 y 133, y por una conexión de entrada 151 y válvula 152 que conduce a la parte inferior de la cuarta unidad de permutación 111d. El jugo puede salir de la unidad 111d por la parte de arriba por una conexión de salida 153 y válvula 154, y salir de la batería por la válvula 134.

Otra conexión de cambio 155 se extiende entre las válvulas 138 y una válvula 156 para el fin que luego se indicará.

Las conexiones del jugo y válvulas que acabamos de describir permite hacer funcionar la batería de una manera que aquí llamamos casi continua. Es decir, permiten que el jugo pase para el tratamiento en serie por tres dispuestas en orden sucesivo, de las cuatro que hay, mientras que la cuarta unidad o masa se segrega para ser regenerada. Para mayor comodidad, las masas en que se está tratando el jugo se llamarán masas activas, y las que están sin funcionar o se están regenerando o han sido regeneradas se llamarán masas inactivas.

La proporción de las masas activas respecto de las inactivas puede variarse, de modo que, por ejemplo, pueden mantenerse activas solamente dos masas y las otras dos inactivas en un momento dado. Tal práctica se adapta para proveer por lo menos una masa inactiva, aunque esté regenerada y lista para



entrar en servicio mientras una segunda masa inactiva se está regenerando.

En todo caso, supongamos que las unidades 111a, 111b, 111c están activas, mientras que la 111d está inactiva. La unidad o masa 111d se segrega y el sistema de suministro y descarga del jugo se suspende cerrando las válvulas 152 y 153. El jugo de abastecimiento a las masas activas que se indica en 161 entra en el distribuidor de suministro 117 pasando por un contador de flujo 162. La válvula 163 en la conexión de ramal, mediante el cual se desvía el flujo del contador de flujo, se cierra. También se cierran las válvulas 123, 124, 125, y las válvulas 131, 132, pero se abren la válvula de entrada del jugo 122 situada antes de la unidad 111a y la válvula de descarga del jugo 133 situada después de la unidad 111c. También se cierran las válvulas 138, 156 y 134. El jugo puede así pasar libremente del distribuidor de suministro 117 por la conexión de ramal 118, válvula 122 y conexiones 137 y 136 a la parte del fondo de la primera unidad de permutación, 111a.

El jugo asciende por la masa a un paso de flujo apropiado y de manera que la masa se conserve suelta, sin provocar agitación o "hervidero" indebidos del material permutante. Saliendo de la unidad 111a por la conexión de salida 139, el jugo se mueve hacia abajo por la conexión de cambio 141, conexión de entrada 142 y válvula 160 y entra en la unidad de permutación siguiente, 111b. El jugo se mueve hacia arriba por la masa 111b,



sale de allí por la conexión de salida 143, pasa hacia abajo por la conexión de cambio 145, y por la conexión de entrada 146 y válvula 147 y entra en la última unidad activa 111c, de donde sale por el conducto de salida 148 y válvula 149. La disposición de las válvulas según se ha indicado permite entonces que el jugo baje por la conexión de cambio 150 y siga por la válvula 133 que conduce al distribuidor de descarga 126, de donde puede fluir ya sea por el ramal 130, la conexión 135 y la válvula 114 para pasar al puesto de tratamiento intermedio 113, o bien directamente por la conexión 116 y válvula 116a a la batería de permutación aniónica 112, donde puede seguir un curso por una serie de masas activas, de una manera análoga a la que acaba de describirse con respecto a la batería de permutación catiónica 117.

Si la masa de permutación catiónica 11a se ha agotado o debilitado bastante, se suspende del servicio activo cerrando las válvulas 122 y 138 en el extremo de entrada, y la válvula 140 en el extremo de salida. La masa 111d que se supone ha sido ya regenerada, se pone en servicio abriendo las válvulas 152, 154 y 134, y cerrando la válvula 129. Se abre entonces la válvula 123 y se hace pasar el jugo en orden sucesivo por las masas 111b, 111c y 111d, de donde el jugo sale de la batería de permutación catiónica 111 por las válvulas 153 y 134, y la conexión 135, ya sea por el puesto de tratamiento intermedio 113 ó directamente, pasando a la batería de permutación aniónica



112. Entre tanto se está regenerando la masa 11a.

Si la masa siguiente 11b se quita del servicio activo, las masas 11c, 11d y 11a se pondrán en servicio en orden sucesivo, entrando el jugo primero en la masa 11c, pasando luego por la masa 11d, y finalmente por la masa 11a. En ese caso debe hacerse uso de la conexión de cambio 155 para traer el jugo de la masa 11d a un extremo de la batería 11a y hacerlo llegar a la masa 11a, en el otro extremo de la batería. La disposición de las válvulas es tal, entonces, que el jugo pasa del distribuidor de suministro 117 por el ramal 120, válvula 124, conexión de cambio 145, conexión de entrada 146 y válvula 147, masa de permutador 11c, conexión de salida 148, conexión de cambio 150, conexión de entrada 151 y válvula 152, masa de permutador 11d, conexión de salida 155, válvula 138, conexión 137, conexión de entrada 136, masa de permutador 11a, conexión de salida 139, válvula 140, conexión de cambio 141, válvula 131, llegando al distribuidor de descarga 126, de donde puede ir bien sea a través del ramal 130, conexión 135 y válvula 114 al puesto de tratamiento intermedio 113, o bien directamente desde el distribuidor de descarga 126, por la conexión 116 y válvula 116a para entrar en la batería de permutación aniónica 112. Entre tanto se está regenerando la masa 11b.

Las masas que luego entran en servicio con las masas 11d, 11a, y 11b, en ese orden, separándose la masa 11c para rege-



generarse. El jugo pasa entonces del distribuidor de suministro 117, por el ramal 121, válvula 125, conexión de cambio 150, conexión de entrada 151 y válvula 152, masa de permutador 111d, conexión de salida 153, válvula 154, conexión 157, válvula 156, conexión de cambio 155, válvula 138, conexión 137, conexión de entrada 136, masa de permutador 111a, conexión de salida 139, y válvula 140, conexión de cambio 141, válvula 131, y luego al distribuidor de descarga 126 que conduce, ya sea por el ramal 130 y válvula 114 al puesto de tratamiento intermedio 113, o bien por la conexión 116 y válvula 116a, directamente al puesto de permutación aniónica 112. Entre tanto se está regenerando la masa 111c.

Por lo que antecede se verá cómo la carga de permutador activo puede hacerse rotar en un ciclo u orden sucesivo por las masas de permutación de una batería de modo que se establezca un funcionamiento casi continuo. Además puede establecerse una norma práctica sobre el mismo principio, utilizándose sólo dos masas activas, quedando inactivas las otras dos.

Un funcionamiento cíclico sobre los principios que se exponen para la batería de permutación catiónica 111 puede practicarse de modo análogo con la batería de permutación aniónica 112, de suerte que no se necesita describirse por separado. Por este motivo las partes de la batería de permutación aniónica 112 llevan la misma numeración que las partes correspondientes de la batería 111, excepto que se ha agregado



a los números la letra "a" o "a'", respectivamente, para distinguirlos.

Para los fines de la regeneración de las masas de la batería de permutación aniónica 111 se provee un distribuidor de suministro para lavador, que aquí llamamos abreviadamente distribuidor de agua, en el que entra el agua en 166 por un contador de flujo 167, y un distribuidor de suministro 168 para la solución regenerante, que aquí llamamos abreviadamente distribuidor de regenerante, en el que la solución regenerante entra en 169 por un contador de flujo 170. La batería de permutación aniónica 112 está provista de distribuidores análogos para suministrar agua de lavado y solución regenerante, respectivamente, a las masas, y que se marcan con los números 165a y 168a, respectivamente. Las conexiones de ramal conducen de cada uno de los dos distribuidores de suministro en una batería a cada unidad o masa permutadora de la misma, y su disposición es virtualmente idéntica para cada unidad. Bastará por lo tanto describirlas en relación con una unidad, por ejemplo, la 11a de la batería de permutación catiónica 111.

Del distribuidor de agua 165 parte una conexión de ramal 171 que se dirige hacia abajo y termina en la conexión de entrada 136, y llega a la parte del fondo de la unidad 11a, pero puede desconectarse por medio de una válvula 172. Un ramal subsidiario 173 comunica la conexión de ramal 171 con la parte superior de la unidad 11a por medio de una válvula 174.



Cerrando la válvula 172 y abriendo la válvula 174, o viceversa, puede darse a la masa llla un lavado en dirección hacia abajo o en dirección hacia arriba, respectivamente. El licor de lavado gastado puede por lo tanto descargarse de la masa, ya sea por el fondo o bien por la parte superior. Al lavar la masa lla en dirección hacia arriba se desconecta primero la masa del abastecimiento de jugo y del sistema de descarga cerrando las válvulas 122 y 138, y 140, y el agua de lavado se deja entonces entrar por la válvula 172 y la conexión de entrada 136 a la parte del fondo de la masa, y luego ascender a la conexión de salida 139, y salir por una conexión 175 que se deriva de la conexión de salida 139, siempre que la válvula 176 esté abierta, y las válvulas 177 y 178 cerradas. El licor de lavado gastado asciende por el tubo 179 y por medio de una caja de rebosamiento y vertedero ajustable 180 descarga en un colector o embudo 181 y sale por el tubo 182. El punto de rebosamiento puede ajustarse de manera que asegure una sumersión del material del permutador de la masa.

Cuando la masa llla se lava hacia abajo, se deja entrar el agua por la válvula 173 en la parte superior de la unidad, y luego baja a través de la masa y sale por el fondo por la válvula 117, estando cerradas las válvulas 176 y 178, para que luego ascienda por el tubo 179, caja de rebosamiento 180, hasta el colector 181 para descartarse.

En esta forma, después que una masa como la llla se separa



del servicio para regenerarla, se le puede dar primero un lavado hacia abajo a fin de expeler el jugo azucarado que pudiera haber en la masa, a lo cual se sigue un lavado hacia arriba para efectuar un aflojamiento de la masa con el consiguiente lavado y evacuación de cualquier materia superficial o impurezas que se hayan acumulado en la masa o sobre los gránulos del material permutador mismo.

Luego se entra en la fase de regeneración propiamente dicha de la masa, haciendo entrar la solución regenerante del distribuidor de regenerante<sup>168</sup> por una conexión de ramal 183 y válvula 184, y a través de la conexión de entrada 139 a la parte superior de la masa de permutador lila, si se desea que el flujo del regenerante por la masa sea hacia abajo, y siempre que la válvula 185 del ramal subsidiario 186 esté cerrado. El licor de regeneración gastado en ese caso pasa de la masa por las conexiones de descarga que se han descrito en relación con el lavado de agua anterior, es decir, por la válvula 177.

Si se desea hacer pasar la solución regenerante por la masa hacia arriba, se cierra la válvula 184 y se hace pasar la solución por la válvula 185 y la conexión de ramal secundario 186, entrando en la unidad lila por el fondo, y luego se hace subir en la masa hasta la conexión de salida 139, de donde sale como licor regenerante gastado por las mismas conexiones que antes se describieron para el lavado de agua hacia arriba, es decir, por la válvula 176. El licor de regeneración gastado



puede utilizarse para la obtención de productos accesorios.

En el caso del jugo de remolacha, el compuesto de potasio contenido en el licor de regeneración gastado procedente de la masa de permutación catiónica es un buen ejemplo de tal producto accesorio, que puede restituirse al suelo de donde proviene o beneficiarse según un tratamiento especial.

Por las razones antes expuestas, el estado o grado de debilitamiento o agotamiento de una masa en funcionamiento activo puede determinarse por medio del pH del jugo tratado por ella, y realizarse la operación en consonancia. Por este motivo la Fig. 5 presenta lo que se llama un indicador de pH automático o continuo, dispuesto al extremo de salida de una masa. Tal dispositivo indicador de pH se muestra aquí en el extremo e3 salida de cada masa de permutación de la batería de permutación catiónica 111, así como de la batería de permutación aniónica 112, designándosele con el número 187. Otro se muestra en el extremo de entrada del distribuidor de jugo 117, en 188. Además, el índice de pH del jugo así tratado puede comprobarse por titración, contra el pH o alcalinidad del jugo que entra, y medirse así la condición operante. Con base de tales indicaciones puede procederse al cambio o alteración del orden de las masas de una batería de la manera que antes se ha descrito.

El principio funcional de un indicador de pH continuo puede verse en la Fig. 5, en donde 188a designa la parte



superior de una unidad de permutación y 189 la conexión de salida de la misma para el jugo que va a tratarse. Una corriente continua de muestras de jugo fluye de esta conexión de salida por un tubo 190 pasando al tazón de rebosamiento o ensayo 191, llamado también tazón de electrodos, porque lleva los electrodos de ensayo 192 y 193. El jugo que rebosa es recogido en la caja 194, de donde vuelve a bombearse por medio de la bomba 195 y regresa por el tubo 196, por ejemplo, a la parte superior de la masa de donde procede.

Los electrodos comunican un impulso continuo correspondiente al índice de pH del jugo, a un instrumento indicador que no aparece en el dibujo.

Cuando se está regenerando una masa, y se aplica el primer lavado o lavado hacia abajo para quitar el jugo, lo completo de ese lavado puede determinarse ensayando el líquido de lavado para determinar el contenido total de materia disuelta, medida en un Brix y determinada por la lectura que indica el refractómetro. Cuando este contenido ha bajado suficientemente, es decir, más o menos a cero, puede iniciarse el segundo lavado o lavado hacia arriba y continuarse hasta que la masa se considere libre de impurezas tales como las que se hacen salir con el agua.

Cuando la solución regenerante se hace luego pasar por la masa, el grado de eficiencia de la permutación o conversión de la solución regenerante puede determinarse por el descenso



relativo en la concentración del regenerante en el licor gastado de regeneración. Un grado óptimo técnico y económico relativo en el funcionamiento puede establecerse mediante la selección de la concentración aparente en el licor regenerante, ácido o alcalino, según sea el caso, en comparación con la reducción de la concentración que se nota en el licor regenerante gastado.

Cuando la masa se lava luego para quitar de la masa el regenerante sin usar o residual, una indicación de lo completo de esta operación de lavado puede obtenerse determinando la cantidad relativa de las sales disueltas en el licor de lavado gastado, que se encontraba primitivamente en la solución regenerante gastada. La prueba de titración dará tal indicación. Una prueba más sensible se realiza por la conductividad eléctrica medida del líquido de lavado gastado. Pueden proveerse para ese fin contadores de conductividad automáticos o continuos, pero estos no figuran en los dibujos.

Según se indica, se ha provisto grifos de prueba 197 a varias profundidades de la masa del permutador, para permitir comprobar la condición de las masas en sus diversas zonas. Un contador para prueba de conductividad o contador de conductividad continuo que se indica con el número 198, si se provee en el extremo de salida del jugo tratado de una batería aniónica 112, proporcionará un medio de comprobación indicando las trazas de sales disueltas que pudieran encontrarse en el



jugo purificado.

Se indican las conexiones para respiración 199 en la parte superior de cada masa de permutador en la Fig. 4.

#### Ejemplo

Durante la temporada un jugo de remolacha que ha pasado por el tratamiento de carbonación y sulfitación, con filtración subsiguiente se obtuvo aproximadamente en las siguientes condiciones:

pH : 7,5 a 8,5

Color : el del jugo corriente de remolacha carbonatado.

Brix : 12,5 a 15,0

Pureza Aparente:

(Este jugo no contenía azúcar invertida) 89. - 90.

Análisis de cenizas:

(En ensayo al horno) 0,25 - 0,30 g/lig. de jugo delgado.

Después de un enfriamiento hasta unos 20 a 30 grados, el jugo se sometió a tratamiento en una serie de masas de permutación catiónica que contenía un material orgánico de permutación catiónica del tipo resinoso. En términos específicos, empleamos un permutador catiónico suministrado por la Resinous Products Co., de Filadelfia, designado por el nombre de Amberlite IR.1. Este permutador se regeneró con ácido clorhídrico de una concentración de 5 %, más o menos. La permutación catiónica volvió ácido el jugo hasta un pH de como 1,8 a 2,0, con una acidez de 0,06 normal por titración con solución de



0,5 N de NaOH y con relación al pH inicial del jugo.

El jugo se sometió luego a un tratamiento en una serie de masas de permutación aniónica que contenía un material orgánico de permutación, también de tipo resinoso. Hablando concretamente, se empleó un permutador aniónico suministrado por la Resinous Products Co., de Filadelfia, que se designa con el nombre de Amberlite IR.4. Este permutador aniónico fué regenerado con una solución de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) de una concentración de más o menos 5 %. Este tratamiento redujo la acidez del jugo en consonancia con el grado de permutación aniónica.

El funcionamiento de las masas catiónicas y de las masas aniónicas se llevó a cabo de tal manera una respecto de la otra, que el jugo, como resultado del tratamiento combinado se restauró a una condición virtualmente neutral, con un pH de 6,0 a 8,0 más o menos, y una alcalinidad por titración de cero, más o menos.

El estado del jugo resultante de este tratamiento de purificación fué aproximadamente el siguiente:

pH: 6,0 a 8,0

Color: cristalino como el agua.

Pureza aparente: 96,0 a 98,0

Análisis de las cenizas:

a) Impurezas inorgánicas (disueltas)

(por prueba al horno):



0,01 a 0,002 g/100 g. del jugo terminado.

b) Impurezas coloidales: más de 90 % fueron eliminados de acuerdo con el recuento coloidal ultramicroscópico.

Por comparación y según se deduce de lo expuesto, este tratamiento dió por resultado una eliminación mayor de 90 % de la materia inorgánica contenida en el jugo y mayor de 50 % de substancias orgánicas disueltas. Los colorantes se redujeron prácticamente a cero.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 31 de Enero de 1941, bajo el número 576.717, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto-Ley sobre Propiedad Industrial.



----- N O T A -----

-----ooo-----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención, en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1º. Un método para el tratamiento purificador de zumo de azúcar del cual se ha quitado la materia de la fase sólida por tratamiento de clarificación y que contiene una complejidad de sustancias disueltas, incluyendo materias sacarasicas y no sacarasicas, procedimiento que comprende someter el zumo a una acción de cambio sucesiva de lechos de permutador catiónico y aniónico que operan en el ciclo de ión hidrógeno y de hidróxilo respectivamente, haciendo pasar el zumo hacia abajo al través de dichos lechos, mientras se mantienen los mismos virtualmente sumergidos; caracterizado porque dichos lechos de permutadores catiónico y aniónico comprenden material que está en forma granulada y que es virtualmente no desintegrante en la acidez temporal que se desarrolla en el zumo por el cambio de cationes, conducido a un pH resultante virtualmente de reemplazar la cantidad total de los cationes de impurezas inorgánicas por ión H del material cambiador de cationes en un tratamiento de cambio en el cual el tratamiento de cambio sucesivo



M. 1943

de cationes y aniones está destinado a efectuar la sustitución de la materia inorgánica ionizada por el equivalente molar de agua.

2º. Un método reivindicado en el punto 1º, en el cual el material permutador es de naturaleza resinosa sintética.

3º. Un método reivindicado en el punto 1º, en el cual el material permutador es de la clase que se prepara por la condensación de un agente químico orgánico disuelto de un grupo que contiene fenoles sulfonados y aminas aromáticas, con un aldehído.

4º. Un método reivindicado en cualquiera de los puntos anteriores en el cual el tratamiento del zumo por medio de los materiales permutadores se lleva a un punto mas allá de la separación de dichos cationes inorgánicos, de manera que adicionalmente se separa una cantidad importante de otras impurezas que no son las inorgánicas disueltas, comprendiendo cualquiera de los componentes representados por materia orgánica, materia nitrogenada, materia colorante y materia coloidal, o todos ellos.

5º. Un método reivindicado en cualquiera de los puntos anteriores, en el cual el tratamiento de cambio se dirige de manera que el pH desarrollado debido al cambio de cationes no es superior a 3.0 y comprende una escala de operación de 2.0 y menos.



6º. Un método reivindicado en cualquiera de los puntos anteriores, aplicado a zumo de azúcar extraído de remolacha azucarera, en el cual el tratamiento de clarificación incluye calentamiento, defecación por cal, carbonatación y separación de sólidos, caracterizado porque los iones inorgánicos separados del zumo por el tratamiento de cambio incluyen iones introducidos en el zumo por el tratamiento de clarificación.

7º. Un método reivindicado en cualquiera de los puntos 1º a 5º, aplicado al zumo extraído de la caña de azúcar, en el cual el tratamiento de clarificación incluye calentamiento, defecación por cal y separación de sólidos, caracterizado porque los iones inorgánicos separados del zumo por el tratamiento de cambio incluyen iones introducidos en el zumo por el tratamiento de clarificación, por ejemplo, por la defecación por cal.

8º. Un método reivindicado en cualquiera de los puntos anteriores, en el cual, antes del tratamiento de cambio, el zumo clarificado caliente se enfría a una escala de temperatura de virtualmente 20º a 30º C, con lo cual se controla correspondientemente la inversión del zumo en la fase ácida del tratamiento de cambio.

9º. Un método reivindicado en cualquiera



de los puntos anteriores, en el cual antes del tratamiento de cambio, el zumo clarificado caliente se enfría a una temperatura a la cual se realiza una congelación de materia no sacarósica en el zumo, caracterizado porque el zumo se somete luego a filtración para separar dicha materia congelada.

10º. Un método reivindicado en el punto 9º, en el cual una cantidad del zumo purificado que fluye del tratamiento de cambio se utiliza como agente refrigerante, con lo cual dicha cantidad se vuelve a calentar antes de su concentración por evaporación.

11º. Un método reivindicado en cualquiera de los puntos anteriores, con la adición de operaciones que comprenden: suspender la operación de los permutadores, cuando su capacidad potencial con respecto a la separación de dicha materia no sacarósica se ha agotado virtualmente, en un permutador discontinuo, separando el zumo residual del mismo por su desplazamiento virtualmente volumétrico del lecho permutador con un paso hacia abajo de agua de lavado; lavar el lecho permutador para libertarlo de impurezas de la fase sólida recogidas por los gránulos del permutador, haciendo pasar por el lecho hacia arriba un líquido de lavado, para lo cual el nivel del líquido se deja subir por encima del mantenido normalmente sobre la capa superior de

7 JUN. 1943

150548



material permutador del lecho, y con lo cual se efectúa un esponjamiento del lecho y una acción de limpieza sobre los gránulos; dejar después de suspender el paso hacia arriba del líquido de lavado, que los gránulos sedimenten al propio tiempo que se hace descender el líquido a su nivel normal; hacer pasar hacia abajo una solución regeneradora por el lecho sedimentado, con lo cual el volumen residual del líquido de lavado se desplaza primeramente del lecho; continuar la regeneración con dicho paso hacia abajo hasta que virtualmente el permutador cede todas las impurezas, y desplazar con un paso de agua de lavado hacia abajo el volumen de la solución regeneradora que queda en el lecho cuando se suspende el paso de dicha solución.

12º. Un método reivindicado en el punto 11º, con la adición de que el líquido regenerante agotado es interceptado al fluir de un lecho permutador y tratado para aislar y recuperar del mismo por lo menos una de las fracciones de productos secundarios representadas como sales, un ión de las cuales pasa de la materia no sacarósica inorgánica al zumo, materia orgánica y materia nitrogenada respectivamente.

13º. Un método para la fabricación de azúcar.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.



1943

156548

Esta Memoria consta de setenta y seis  
hojas y la presente escritas a máquina por una sola  
cara.

Madrid, 7 JUN. 1943

P. A.

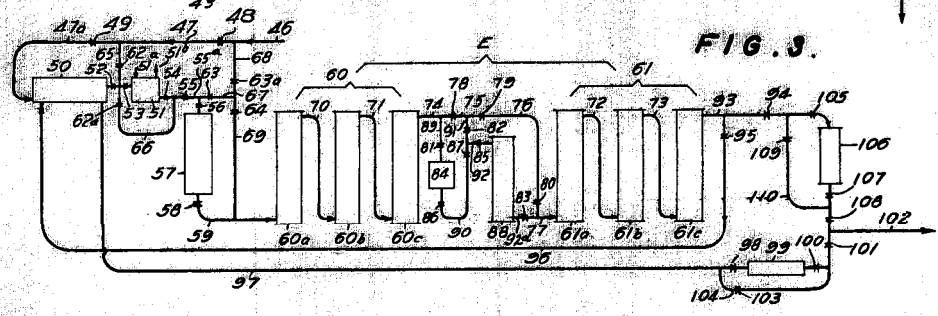
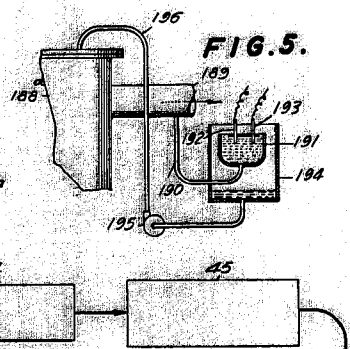
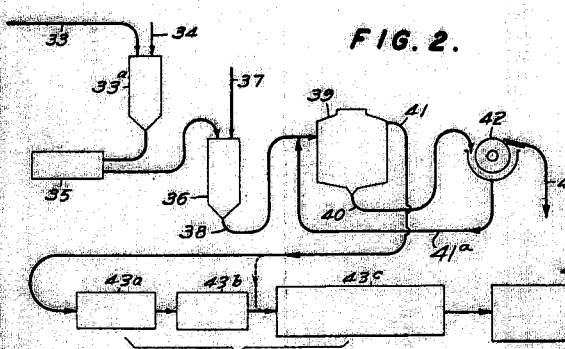
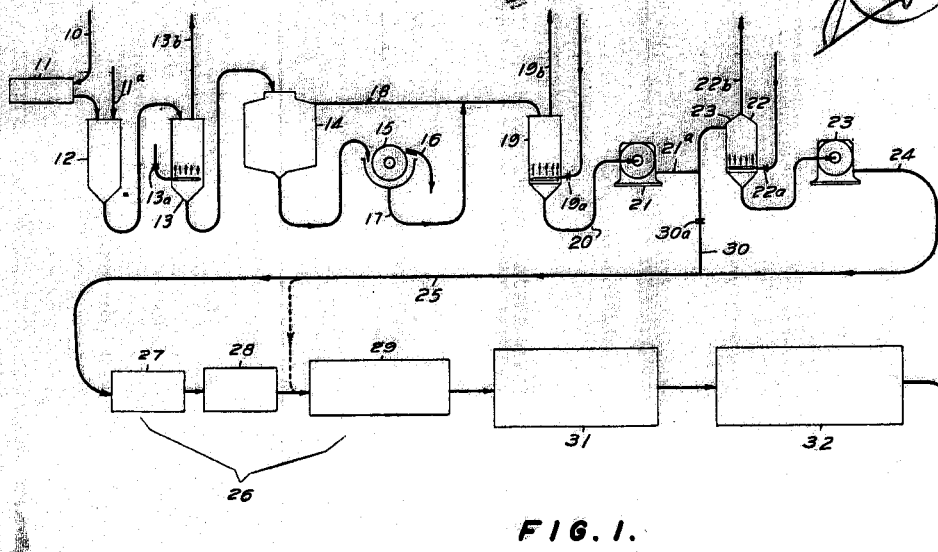
Alberto de Elizaburu

Por Poder

156548



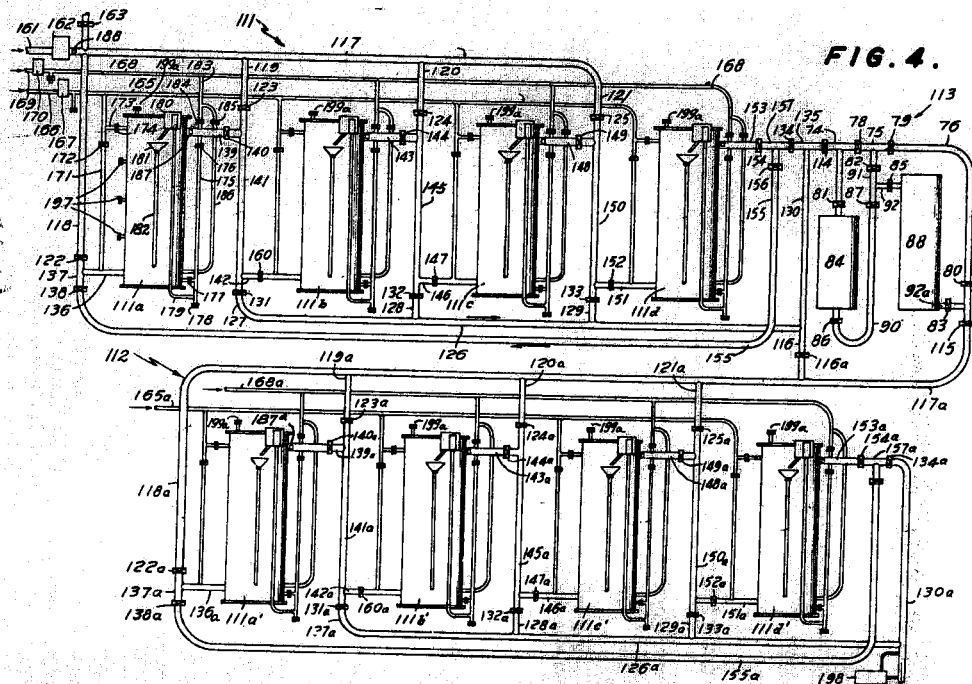
Alberto de Elizaburu  
Por Poder



156548



FIG. 4.



P. A.

Alberto de Eizaburu

Por Poder