

# METODO PARA PROCESAR LA CAÑA DE AZUCAR EN BRUTO MAXIMIZANDO LA PRESERVACIÓN DE POLICOSANOLES DURANTE LA PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO NATURAL BASADO EN JUGO DE CAÑA DE AZUCAR

## REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud de patente del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) reivindica la prioridad de la solicitud de patente pendiente de continuación de la parte (CIP) de los Estados Unidos acta número 16/163.365, que tiene una fecha de presentación del 17 de octubre de 2018, que a su vez reivindica el beneficio de la solicitud de patente de utilidad no provisional de los Estados Unidos acta número 15/803.037, presentada el 3 de noviembre de 2017.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

### Campo de la técnica

La presente invención se refiere generalmente al procesamiento de caña de azúcar. Más específicamente, la invención se refiere al procesamiento comercial a gran escala de caña de azúcar en bruto para producir productos naturales de caña de azúcar estables para el consumo humano a partir de la misma, maximizando la preservación de los policosanoles de caña de azúcar en los productos consumibles.

### Antecedentes del arte

La producción de azúcar cristalizada a partir de caña de azúcar en bruto es bien conocida. Además, el desarrollo de equipos y procesos asociados para la producción de azúcar a partir de tallos de caña de azúcar ha sido extenso. Generalmente, el producto azucarado se produce a partir de un líquido natural contenido dentro de las células de los tallos de caña de azúcar en bruto.

En muchos lugares del mundo, y especialmente en América Latina, este jugo natural contenido en las células de los tallos de caña de azúcar es altamente considerado como una bebida. En América Latina, este producto de jugo natural se conoce comúnmente como "guarapo". El término "guarapo", que lleva la inconfundible sonoridad de su origen Quechuario, se ha convertido en parte del léxico español para identificar y definir posiblemente la bebida más agradable y

verdaderamente popular de Sudamérica. El guarapo fresco ha sido considerado durante mucho tiempo como una bebida saludable que, además de proporcionar un refresco para saciar la sed, se cree que tiene atributos que mejoran y aumentan el rendimiento sexual. De hecho, las canciones escritas por latinoamericanos agradecidos que tienen conocimiento de primera mano de sus dones se han convertido en una parte integral del folclore latinoamericano.

El presente solicitante, en su patente estadounidense Número 6.245.153 (cuyo contenido entero se incorpora por referencia en el presente documento) enseñó un método mejorado para procesar la caña de azúcar en bruto para producir un jugo de caña de azúcar consumible, que superó limitaciones de vida útil de los métodos de procesamiento de caña de azúcar de última generación. Antes de la mencionada invención patentada por el solicitante, no existían métodos conocidos para producir eficientemente un producto natural de guarapo que tuviera una vida útil adecuada para apoyar su distribución comercial. En su patente '153, el presente solicitante enseña un método novedoso para producir un producto de jugo de caña de azúcar natural estabilizado que tenga una vida útil adecuada para permitir la distribución comercial, sin necesidad de adición de aditivos químicos no naturales, como los ácidos, durante el procesamiento del jugo.

Desde el momento de la invención inicial del solicitante (es decir, como se revela en la patente '153 del solicitante), se ha producido un aumento dramático en la aparición de niveles peligrosamente altos de colesterol en sangre en los seres humanos. De hecho, el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (es decir, el CDC por sus siglas en inglés) estiman actualmente que 73,5 millones de adultos solo en los Estados Unidos, o el 31,7% de la población adulta de los Estados Unidos, tienen niveles de colesterol (LDL) de lipoproteínas de baja densidad no saludables, que la comunidad médica ha establecido bien causa una serie de problemas relacionados con la salud en los seres humanos. Además, el CDC ha indicado que sólo el 29,5% (es decir, menos de un tercio) de los adultos con colesterol LDL alto tienen la afección bajo control. Las personas con niveles altos de colesterol total tienen aproximadamente el doble de riesgo de enfermedad cardíaca respecto a las personas con niveles ideales de colesterol total.

La industria farmacéutica ha abordado el problema del colesterol alto al continuar desarrollando una serie de medicamentos para reducir el colesterol conocidos como "estatinas", incluidos los vendidos bajo las marcas LIPITOR, PRAVACHOL, CRESTOR, ZOCOR, LESCOL y

VYTORIN, por nombrar sólo algunos ejemplos. Las estatinas son una clase de medicamentos que se utilizan para reducir los niveles de colesterol en la sangre por medio del bloqueo de la acción de una enzima en el hígado que es necesaria para hacer colesterol. El colesterol es necesario para la función normal de las células y el cuerpo, pero el LDL y el colesterol total por encima de lo normal, o alto, pueden conducir a la aterosclerosis, una condición en la que las placas que contienen colesterol se acumulan en las arterias y bloquean el flujo sanguíneo. Al reducir los niveles de colesterol en sangre, las estatinas reducen el riesgo de dolor torácico (es decir, angina de pecho), ataque cardíaco y accidente cerebrovascular. Sin embargo, hay numerosos riesgos bien documentados y efectos secundarios asociados con tales fármacos de estatinas. La mayoría de las personas que toman estatinas tienen efectos secundarios indeseables, incluyendo, pero no limitado a, dolores de cabeza, sensación de cosquilleo, dolor abdominal, distensión abdominal, diarrea, náuseas, y erupciones en la piel. Además, se ha encontrado que algunos fármacos con estatinas pueden afectar la memoria y aumentar el riesgo de desarrollo de cataratas, además de causar efectos secundarios más graves como insuficiencia hepática y daño muscular esquelético. Además, se le recomienda a un segmento significativo de la población de colesterol alto no tomar estatinas, incluidas las personas con enfermedad hepática progresiva, y las mujeres embarazadas y que están dando de mamar (o las que tienen la intención de quedar embarazadas).

Al mismo tiempo, ha habido una creciente conciencia en toda la comunidad médica de que el policosanol, un ingrediente natural de la caña de azúcar en bruto ha demostrado ser una promesa creciente como un remedio eficaz para el tratamiento de niveles de colesterol en sangre elevados no saludables en los seres humanos. Los investigadores han encontrado que los policosanoles contenidos en tallos de caña de azúcar en bruto son notablemente eficaces y muy seguros para reducir los niveles de lipoproteína de baja densidad (LDL), un componente del colesterol que se sabe que causa una serie de problemas relacionados con la salud cuando está en niveles altos en individuos. Mientras que el policosanol es un componente natural de la caña de azúcar, químicamente hablando, no tiene ninguna relación con el azúcar. El azúcar y el policosanol provienen de la misma planta. La eficacia del policosanol en el tratamiento de los niveles altos de colesterol ha demostrado ser tan notable que las estimaciones iniciales de la ingesta diaria recomendada de policosanol necesaria para reducir de manera eficiente y eficaz el LDL superior a lo normal y el total niveles de colesterol es minúsculo.

El policosanol es un tipo de alcohol. Más particularmente, "policosanol" es el nombre colectivo que se refiere a un grupo de alcoholes sólidos relacionados (es decir, alcoholes saturados alifáticos primarios de cadena larga). El policosanol es conocido por mejorar los lípidos de la sangre, y se están publicando continuamente estudios de investigación que documentan los efectos altamente beneficiosos en los niveles de colesterol humano. La investigación y los estudios médicos han demostrado que el policosanol reduce la lipoproteína de baja densidad (LDL), comúnmente conocida como "colesterol malo" - mientras que al mismo tiempo aumenta la lipoproteína de alta densidad (HDL)— comúnmente conocida como "colesterol bueno". Los beneficios adicionales del policosanol en el tratamiento del colesterol alto y una serie de otras cuestiones relacionadas con la salud, así como una descripción en profundidad de cómo funciona el policosanol para proporcionar tales beneficios increíbles para la salud, se pueden encontrar, por ejemplo, en un artículo de Internet disponible en [www.life-enhancement.com/magazine/article/710-policosanol-improves-every-measures-of-blood-cholesterol](http://www.life-enhancement.com/magazine/article/710-policosanol-improves-every-measures-of-blood-cholesterol)) y titulado: “Policosanol Improves Every Measure of Blood Cholesterol” (El policosanol mejora cada medida del colesterol en sangre), cuyo contenido completo se incorpora a título de referencia en el presente documento. La investigación médica y científica en curso y los estudios correspondientes sugieren fuertemente que el policosanol es más eficaz que los productos farmacéuticos derivados sintéticamente para el tratamiento de la presión arterial alta. Además, un compuesto policosanol particular, conocido como "octacosanol," se ha encontrado que proporciona beneficios adicionales para la salud, incluyendo el tratamiento del insomnio causado por el estrés, mejora el rendimiento atlético, y el tratamiento de los síntomas de la enfermedad de Parkinson, además de tener propiedades contra el cáncer (por ejemplo, crecimiento tumoral reducido/lentificado).

Significativamente, el octacosanol es el componente policosanol más frecuente que ocurre naturalmente en la cera de tallo de caña de azúcar epicuticular. El policosanol es una mezcla de alcoholes esenciales aislados de cera de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) que consiste en diferentes componentes, siendo el octacosanol el 66% (o casi dos tercios) de dichos componentes policosanoles.

En consecuencia, la capacidad de procesar de manera eficiente y eficaz una variedad de productos de jugo de caña de azúcar altamente estables para el consumo humano, y maximizar la preservación de los policosanoles en la caña de azúcar en bruto que se procesa tiene el potencial

de proporcionar un medio de permitir que las personas con niveles altos de colesterol consuman una cantidad diaria tan pequeña de un producto de este tipo que la ingesta de azúcar correspondiente respectiva estaría bien dentro de la ingesta máxima de azúcar recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que ha recomendado una ingesta máxima diaria de azúcar para adultos del cinco por ciento (5%) de la ingesta calórica diaria total. Para un adulto de peso normal, eso es alrededor de 25 gramos de azúcar por día.

Desafortunadamente, el desarrollo de un método comercial eficiente, repetible y rentable para maximizar la extracción de policosanoles de la caña de azúcar en bruto durante la producción de un producto estable de jugo de caña de azúcar consumible natural ha demostrado ser esquivo. En consecuencia, ha habido una necesidad, aún insatisfecha, de un método repetible, fiable y rentable de procesar la caña de azúcar en bruto para producir un producto de jugo de caña de azúcar consumible rico en policosanol altamente estable a escala comercial. Tal método proporcionaría un medio para producir un producto consumible natural para reducir el colesterol a un costo tan bajo que podría ponerse a disposición de todos los individuos; en particular, los millones de personas que actualmente no tienen los medios financieros para pagar los medicamentos farmacéuticos existentes. Además, tal método proporcionaría una alternativa saludable a los medicamentos fabricados por la industria farmacéutica que se sabe que tienen efectos secundarios negativos para la salud.

En consecuencia, el solicitante comenzó a experimentar con métodos alternativos de procesamiento de caña de azúcar para producir una variante de su producto de jugo de caña de azúcar estabilizado, lo que maximiza la preservación de los policosanoles almacenados naturalmente en las células de la caña de azúcar en bruto pre-procesada utilizada para producir su jugo de caña de azúcar estable. Tras una extensa investigación y experimentación, el solicitante ha descubierto una variación del método de procesamiento de caña de azúcar originalmente divulgada en su patente de los Estados Unidos (Patente de EE. UU. No 6.245.153), que supera los desafíos antes mencionados al proporcionar un proceso repetible, eficiente y altamente rentable para la producción comercial de un producto rico en policosanol, estable y consumible de la caña de azúcar en bruto. Además, el proceso del solicitante permite la producción de tales productos ricos en policosanol, estables y consumibles en una variedad de formas, incluyendo, por ejemplo, una bebida de jugo lista para beber (es decir, potable), un concentrado que puede ser utilizado como

edulcorante para ser añadido a una bebida existente, y un nutracéutico altamente concentrado, por nombrar sólo unos pocos.

## RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método para procesar un producto de jugo de caña de azúcar estable a partir de caña de azúcar en bruto, que conserva los policosanoles de origen natural que se encuentran en la caña de azúcar en bruto, así como a los productos producidos por el método inventivo. El método incorpora un proceso de extracción de jugo de caña de azúcar que preserva el sabor natural del jugo, evita la fermentación natural del jugo procesado y conserva el color natural del jugo. Además, el método permite el embotellado y el almacenamiento a largo plazo de una variedad de formas de productos de jugo de caña de azúcar ricos en policosanol y se han adaptado para producir grandes volúmenes de productos de jugo, en una variedad de formas, para la producción comercial a gran escala y distribución.

Estos y otros objetos se logran por el método de la presente invención. En una implementación general ejemplificativa del método, el jugo de caña de azúcar se extrae de cañas de caña de azúcar de alto contenido en sacarosa cosechados manualmente utilizando un tándem de molino de rodillos. El jugo extraído de los molinos se filtra y luego se estabiliza a un pH de aproximadamente 7,4 a 7,6 a través de la adición de hidróxido de calcio. Posteriormente, el producto de zumo puede calentarse desde una temperatura de unos 20°C a 30°C, hasta una temperatura no superior a 90°C. Posteriormente, el producto de zumo puede someterse a una serie de procesos de clarificación en los que pueden agregar aditivos naturales o industriales. Posteriormente, el producto de jugo puede concentrarse a través de una etapa de evaporación para formar un concentrado de jugo de caña de azúcar. Posteriormente, el concentrado puede clarificarse y concentrarse aún más a un Brix de aproximadamente 75 +/- 5 grados.

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de los dibujos adjuntos y de la descripción detallada de las modalidades preferidas, que siguen a continuación.

## BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Las realizaciones preferidas de la invención se describirán en adelante junto con los dibujos anexados proporcionados para ilustrar y no limitar la invención, en la que:

La FIG. 1 es una ilustración esquemática de una implementación ejemplificativa de un método para producir un producto de caña de azúcar rico en policosanol consumible, de acuerdo con la presente invención;

La FIG. 2 es una ilustración esquemática de un aparato clarificador de jugo de caña de azúcar que puede emplearse con el método de la presente invención;

La FIG. 3 es una ilustración esquemática de un aparato que puede utilizarse durante los sub-pasos de clarificación de jugos del proceso; y

Las FIGS. 4A a 4D son una ilustración esquemática de un sistema/método ejemplificativo para producir un producto a base de caña de azúcar rico en policosanol consumible, que ilustra la adición de tensioactivos y emulsionantes en lugares particulares durante el procesamiento de la caña de azúcar en bruto con el fin de maximizar aún más la cantidad relativa de policosanoles en el producto final, de conformidad con una implementación alternativa de la presente invención.

## MODOS PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

La siguiente descripción detallada es meramente ejemplificativa en naturaleza y no pretende limitar las realizaciones descritas ni la aplicación y los usos de las realizaciones descritas. Tal como se utiliza en el presente documento, la palabra "ejemplificativa" o "ilustrativo" significa "servir como ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier implementación descrita en este documento como "ejemplificativa" o "ilustrativa" no debe interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras implementaciones. Todas las implementaciones descritas a continuación son implementaciones ejemplificativas proporcionadas para permitir que las personas expertas en la técnica puedan hacer o utilizar las realizaciones de la descripción y no tienen por objeto limitar el alcance de la descripción, que se define por las reivindicaciones. A efectos de la descripción del presente documento, los términos "superior", "inferior", "izquierda", "trasero", "derecha", "delantero", "vertical", "horizontal" y derivados de los mismos se referirán a la invención como está orientada en la FIG. 1. Además, no hay intención de estar regido por ninguna teoría expresa o implícita presentada en el campo técnico anterior, antecedentes, breve

resumen o la siguiente descripción detallada. También debe entenderse que los dispositivos y procesos específicos ilustrados en los dibujos adjuntos, y descritos en la siguiente memoria descriptiva, son simplemente realizaciones ejemplificativas de los conceptos inventivos definidos en las reivindicaciones anexas. Por lo tanto, las dimensiones específicas y otras características físicas relacionadas con las realizaciones descritas en el presente documento no deben considerarse limitantes, a menos que las reivindicaciones indiquen expresamente lo contrario.

Refiriéndose ahora a las FIGS. 1-3, el método de la presente invención generalmente incluye las siguientes etapas:

Selección de caña de azúcar: Inicialmente, es preferible seleccionar variedades extremadamente dulces, suaves y sabrosas de caña de azúcar que no tienen sustancialmente contenido ácido. En particular, se prefiere que la caña de azúcar en bruto elegida para el procesamiento produzca un Brix dentro de un rango de 18 a 28 grados Brix. Será evidente para los expertos en el arte de la elaboración de la caña de azúcar, que numerosas variedades de caña de azúcar que cumplen las normas preferidas están disponibles en varias regiones del mundo. Ejemplos bien conocidos de variedades de caña de azúcar que funcionan bien con el proceso de la presente invención incluyen: CCSP2000 CENICANA COLOMBIA SAO PAOLO; CC8568 CENICANA COLOMBIA; CC8592 CENICANA COLOMBIA; MY74275 MAYAGUEZ; CC SP 1940 y POJ2878, por nombrar sólo algunos.

Cosecha y Transporte de la caña de azúcar: En la mayoría de los ingenios azucareros de todo el mundo, es una práctica común quemar la caña de azúcar en pie para facilitar el corte y su elevación para su transporte al molino. Cuando se emplea la cosecha mecánica y se utiliza el equipo tanto para el corte como para la elevación, no se requiere la etapa de la quema. Desafortunadamente, la quema de caña de azúcar introduce un subproducto de ceniza que altera el sabor natural del jugo de caña de azúcar; sin embargo, no es necesario quemar y se puede eliminar. En consecuencia, en el método de la presente invención es absolutamente imprescindible evitar la etapa de la quema, ya que este paso utilizado convencionalmente evapora los policosanoles y un propósito principal del método actual es la retención de tales policosanoles. Donde se emplea la cosecha mecánica y el equipo se utiliza tanto para cortar y como para levantar, el sabor o las hojas verdes es amargo y el sabor contamina el jugo y no se puede quitar.

Para evitar la necesidad de quemar la caña de azúcar, se prefiere que la caña de azúcar elegida para su uso con la presente invención se corte manualmente aproximadamente a 5.08 cm (2 pulgadas) del rastrojo, eliminando todas las hojas verdes y secas. También es preferible que las hojas de la parte más alta de la caña de azúcar, comúnmente conocidas como "cogollos", se corten; evitando así la introducción de su sabor pastoso que es difícil de eliminar en el procesamiento sin el uso de aditivos químicos. Es crucial que los tallos de caña cortados no se limpien en este paso porque la mayoría de los policosanoles en la caña de azúcar en bruto están contenidos dentro de la porción externa (o corteza) como una cera que contiene más de 80 por ciento (80%) de los policosanoles. Además, si la caña se quema entonces los policosanoles se evaporan, derrotando completamente el propósito de la invención. Como se describe más adelante, el policosanol se extrae de la cera durante las operaciones de rodadura posteriores. Además, por razones similares, es absolutamente crucial que la temperatura del producto extraído que contiene policosanoles nunca se someta a una temperatura superior a 90°C. Se trata de una desviación crucial del procesamiento convencional de caña de azúcar en bruto y no se les ocurriría a los expertos en la materia, ya que hasta ahora la conservación/retención de policosanoles no ha sido, antes de la invención del solicitante, una consideración.

Una vez que la caña de azúcar ha sido cortada manualmente, la caña cortada sin lavar debe ser levantada en un vehículo para su transporte a una instalación de procesamiento. Evitar la cosecha mecánica proporciona el beneficio adicional de evitar la introducción de materia extraña comúnmente llevada en el molino de procesamiento junto con la caña de azúcar. La materia extraña, que a menudo comprende el diez por ciento o más del peso de la caña de azúcar, consiste principalmente en tierra, lodos, cenizas, hojas, minerales y hojas de la parte superior de la planta. La introducción de la materia extraña antes mencionada tiene el efecto indeseable de alterar el sabor natural del jugo de caña de azúcar extraído posteriormente.

Extracción de corte y jugo: Los tallos de caña de azúcar cortados se transfieren inicialmente a una mesa transportadora 10 (FIG. 2) donde permanecen sin lavar. Esto es muy significativo y diferente del procesamiento convencional de caña de azúcar en el que los tallos de caña de azúcar se lavan a fondo para la eliminación de impurezas (sin tener en cuenta que así se elimina la cera). Posteriormente, los tallos de caña de azúcar se transportan a través de un aparato de corte estándar

20 para reducir los tallos en piezas individuales más pequeñas para su alimentación a través de una serie de molinos de rodillos.

El jugo de caña de azúcar extraído en cada uno de los sitios del molino, en el proceso de la presente invención va directamente a la fábrica para ser procesado de acuerdo con la invención. Es importante que la caña se muele al menor ritmo posible. En particular, el rango de molienda se reduce preferentemente a aproximadamente el 50 por ciento del rango utilizado durante la producción de azúcar convencional. Esta tasa reducida permite que el equipo de molienda funcione sin estrés (es decir, no a plena capacidad) por lo que se maximiza la calidad del producto resultante.

Los métodos convencionales de extracción de jugo de caña de azúcar incorporan la maceración en agua caliente para ayudar en el proceso de extracción. Por lo tanto, la caña de azúcar debe macerarse con agua caliente limpia, preferiblemente tratada. Por ejemplo, se prefiere que el agua utilizada para la maceración tenga una temperatura dentro de un rango de unos 80 a 90 °C.

Filtración de Macropartículas: Inicialmente, el jugo de caña de azúcar extraído 30 se somete a un proceso de filtración estándar 40 para eliminar partículas de gran tamaño del producto de jugo, como es bien conocido en la industria. A los efectos de la presente invención, el término partícula de gran tamaño o de tamaño macro se utiliza para denotar partículas que tienen un diámetro promedio en el orden de aproximadamente 1,0 a 1,5 micrones. Preferiblemente, la filtración de macropartículas se logra pasando el jugo extraído a través de un filtro de pantalla de acero estándar que tiene alrededor de 300-400 aberturas/pulgada (118-157 aberturas/cm) seguido por un pasaje a través de un filtro de pantalla vibratorio estándar que tiene agujeros de 1.0 a 1.5 micrones de diámetro y una frecuencia de vibración de aproximadamente 800 vibraciones/minuto.

Estabilización inicial del pH: Una vez que las partículas de tamaño macro se han eliminado sustancialmente del jugo, el jugo se somete a una etapa 50 de estabilización del pH. El control preciso del pH del jugo de caña de azúcar es fundamental. El procedimiento estándar en los molinos de azúcar consiste en añadir hidróxido de calcio (CaOH), también conocido como leche de cal, hasta que el nivel de pH del jugo así tratado con cal alcance un valor en el rango de 8.0 a 8.5. Con los procesos conocidos de jugo de caña de azúcar, el nivel de pH de 8.0 a 8.5 se mantiene antes de someter el jugo a un proceso de clarificación, de modo que el nivel de pH resultante es de aproximadamente 7.0 después de la clarificación.

En el método de la presente invención, la cantidad de hidróxido de calcio añadida al jugo de caña de azúcar se limita a una cantidad necesaria para alcanzar un nivel de pH dentro de un rango de aproximadamente 7,4 a 7,6 y preferiblemente alrededor de 7,5. En consecuencia, la cantidad de aditivo de hidróxido de calcio se reduce en relación con la cantidad típicamente introducida utilizando los procesos existentes. Esta reducción es fundamental para mantener el sabor natural del jugo de caña de azúcar y el policosanol. En general, conservar el sabor natural del jugo de caña de azúcar en el producto final requiere minimizar la cantidad de aditivos de jugo como el hidróxido de calcio durante el procesamiento. Siguiendo los pasos posteriores realizados de calentamiento 60 y la clarificación 70, el nivel de pH resultante del producto de jugo de caña de azúcar se mantiene en aproximadamente 7,2 a 7,6; óptimo para retener los sabores naturales.

Calentamiento: Siguiendo la etapa de estabilización del pH, el producto de jugo se calienta 60 desde una temperatura inicial de aproximadamente 26,7 a 29,4 °C, a una temperatura de aproximadamente 80°C a 90°C; sin embargo, en el presente caso es crucial que la temperatura nunca supere los 95°C para evitar la pérdida de los policosanoles. El calentamiento se puede lograr utilizando un aparato de calefacción estándar como es bien conocido en la industria. Por ejemplo, un tipo bien conocido de aparato de calentamiento de jugos adecuado para su uso con el proceso de la presente invención comprende un cilindro de acero vertical u horizontalmente dispuesto que tiene placas en extremos opuestos para apoyar los tubos de comunicación de jugos. El flujo de jugo a través de la serie de tubos está controlado por una serie de deflectores. El vapor de baja presión se comunica en el cilindro a través de una serie de válvulas y conectores mecánicos, dispuestos de tal manera que el vapor fluye a través de un camino específico, minimizando la formación de receptáculos o bolsas de gas no condensables. El condensado se extrae típicamente de una parte inferior del cilindro a través de una trampa de vapor.

Clarificación estándar inicial: Después de la etapa del calentamiento, el producto de jugo tratado con cal se comunica a un aparato de clarificación estándar 70, como es bien conocido en la industria. Significativamente, como se describe más adelante, el método actual deriva del método descrito en el proceso anterior del solicitante (es decir, la patente de los Estados Unidos No 6.245.153) en el sentido que, por ejemplo, la Cachaza fue descartada durante el proceso anterior. En el presente método, la Cachaza se retiene porque contiene una concentración de policosanoles que se conservarán durante el presente proceso. La clarificación estándar incluye la adición de

cualquiera de un número de floculados industriales de uso común. Por ejemplo, CALGON CANE FLOC R-200 y STORKHAUSEN PRAESTOL son dos ejemplos de floculados industriales bien conocidos utilizados para la clarificación. Los floculados se adhieren a las impurezas en el jugo tratado con cal y luego descienden al fondo del aparato clarificador. Con procesos conocidos, la Cachaza se extrae a través de bombas de espuma estándar, se filtra mediante un filtro estándar como un filtro Oliver, y se transfiere a tanques de almacenamiento para su uso posterior en la producción de azúcar en bruto. Sin embargo, en el proceso de la presente invención el jugo obtenido después de la filtración de la bomba de espuma requiere una mayor purificación para conservar el sabor natural del jugo de caña de azúcar.

[001] Con respecto a los procesos de extracción conocidos, una cantidad de impurezas que no son azúcar se conserva en el jugo. La siguiente tabla ilustra las impurezas no eliminadas presentes en el jugo luego de la filtración estándar:

| <b><u>Productos orgánicos sin azúcar</u></b>     | <b><u>(mg/L)</u></b> |
|--------------------------------------------------|----------------------|
| Materiales cerosos (total)                       | 300-800              |
| Materiales cerosos; cera de caña de azúcar dura  | 20-50                |
| Materiales cerosos; cera suave de caña de azúcar | 50-100               |
| Material ceroso; Fosfatos                        | 5-15                 |
| Proteínas totales                                | 15-100               |
| Resinas                                          | 5-50                 |
| <b><u>Cationes inorgánicos sin azúcar</u></b>    | <b><u>(mg/L)</u></b> |
| Cao                                              | 100-500              |
| MgO                                              | 10-80                |

|                                                         |                      |
|---------------------------------------------------------|----------------------|
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$                                 | 5-30                 |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$                                 | 3-20                 |
| <b><u>Componentes orgánicos</u></b>                     | <b><u>(mg/L)</u></b> |
| Materiales cerosos                                      | 5-15                 |
| Proteínas no azucaradas                                 | 8-15                 |
| Pentosanos                                              | 3-10                 |
| <b><u>Componentes inorgánicos</u></b>                   | <b><u>(mg/L)</u></b> |
| $\text{CaO}$                                            | 1-5                  |
| $\text{MgO}$                                            | 1-5                  |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$           | 3-10                 |
| $\text{P}_2\text{O}_5$                                  | 1-3                  |
| $\text{SiO}_2$                                          | 1-2                  |
| Ceniza insoluble en ácido clorhídrico (arcilla y arena) | 5-20                 |
| Fibra muy fina ("bagacillo")                            | 15-150               |

Tabla 1. Impurezas que requieren filtración adicional

Segunda clarificación: En una etapa de clarificación 90, se realiza una clarificación adicional utilizando un nuevo aparato clarificador para eliminar la mayoría de las impurezas restantes que no son azúcar en el jugo tratado con cal. La estructura general del novedoso aparato clarificador,

diseñado para su uso con el proceso de la presente invención, se explica con más detalle a continuación.

El floculato agrícola natural o el floculado industrial se diluye con agua y luego se añade al producto de jugo en el novedoso aparato clarificador. Ejemplos de floculados naturales que se pueden utilizar incluyen: GUASIMO (GUAZUMA ULMIFOLIA LAMARK); BALSO (OCHOMA LAGOPUS SW); y CADILLO (TRIUMFETTA LAPPULA L). Se utilizaría un floculato natural para obtener un concentrado de jugo de caña orgánico.

Antes de diluirse, el floculado natural se seca y se muele en un polvo fino. Preferiblemente, el floculato en polvo se diluye con agua para formar un compuesto de floculación suficiente para eliminar las impurezas restantes en el jugo. Por ejemplo, el solicitante ha sido exitoso mezclando 225 gramos de cualquiera de los floculados naturales anteriores en un tanque que contiene 100 galones de agua. Posteriormente, la mezcla de floculación se inyecta 80 junto con el jugo en el aparato clarificador. El solicitante ha encontrado que 10 gramos de floculación por tonelada métrica de jugo proporcionan una floculación adecuada. El uso de floculados naturales ayuda a mantener el sabor natural del jugo de caña de azúcar. La mezcla de floculado se combina con los sólidos restantes y otras impurezas suspendidas en el jugo para formar una espuma glutinosa, comúnmente conocida como Cachaza, que flota a la superficie del jugo para facilitar la separación.

Significativamente, con el presente proceso la Cachaza no se descarta porque contiene una concentración de policosanoles que se desea retener y conservar en el producto final. La Cachaza se comunica a clarificadores especiales para su posterior procesamiento. En particular, la Cachaza se somete a un proceso de filtración de prensa de vacío utilizando una prensa de filtro de correa de vacío, como que el filtro de prensa de vacío TECHNOPULP modelo VPB260 fabricado por Cordoba Filtration Technologies de Ribeirao Preto, Sao Paulo, Brasil. Una prensa filtrante industrial es una herramienta utilizada en procesos de separación, específicamente para separar sólidos y líquidos. El proceso utiliza el principio de accionamiento a presión, según lo proporcionado por una bomba de lechada. Una descripción más detallada del funcionamiento y la función de dicha prensa de filtro de vacío se puede encontrar en el documento técnico llamado TRIALLING A TECHNOPUMP BELT PRESS FILTER AT PIONEER MILL (Proc Aust Soc

Sugar Cane Technol Vol 25 2013), cuyo contenido completo se incorpora a título de referencia en el presente documento.

Normalmente, el proceso se puede llevar a cabo utilizando uno cualquiera de una variedad de floculados industriales disponibles comercialmente, incluyendo, pero no limitado a: TALOFLOTE, fabricado por Tate & Lyle, Incorporated; PCS 3106, fabricado por Midland Research Labs; y QUEMIFLOC 900, AH 1000, AP 273, TB 2634, VH 1007, QUEMICLAR VLC, QUEMIFLOC 724, AH 1010, MPM 1032 y QUEMIFLOC SE, todos fabricados por Quemi International, Incorporated. Además, la clarificación se puede llevar a cabo utilizando uno cualquiera de una serie de floculados aniónicos y catiónicos disponibles comercialmente.

Haciendo referencia brevemente a la FIG. 2, el jugo tratado con cal y la mezcla de floculación se inyectan en la parte inferior del tanque clarificador a través del conducto 202 controlado por la válvula 204. Posteriormente, la mezcla se dirige dentro del tanque a través de extensiones de conducto 205 un ángulo de aproximadamente 45 grados para efectuar la rotación circular de la mezcla de jugo en el tanque. La sección inferior del tanque está provista de una bobina de vapor 226 que tiene una pluralidad de aberturas, preferiblemente 1/8 pulgadas (3,17 mm) de diámetro, extendiéndose a través de ella. El rango al que se libera el vapor debe ser adecuada para mantener una temperatura de jugo de aproximadamente 70°C (pero nunca superior a 90°C) y proporcionar aireación térmica al jugo para afectar la formación de floculato y la flotación en la superficie.

Se proporciona un aparato generador de burbujas 208 para mejorar la elevación de la espuma a la superficie del jugo. El generador de burbujas tiene una entrada de vapor 208 y la válvula 210 para controlar el flujo de vapor en el generador. El vapor se libera a través de las aberturas 211 en el generador. Se proporciona una trampa 220 en la parte inferior del tanque para recoger sólidos pesados que no se llevan a la superficie. La trampa también se utiliza para vaciar el aparato clarificador para la limpieza.

Los conjuntos superior e inferior de paletas, 236 y 230, respectivamente, son rotadas a una velocidad de aproximadamente 0,5 rotaciones por minuto (rpm), por medio del montaje de motor 240. Las paletas inferiores 230 producen un suave movimiento de agitación que sirve para agitar suavemente el jugo y la formación de la floculación. La espuma rica en impurezas se forma en la superficie del jugo, donde posteriormente es desnatada por las paletas superiores 236 para su

eliminación a través del conducto de lechada 224. Preferiblemente, las paletas superiores están provistas de superficies curvas o inclinadas para forzar la espuma sobre las paletas. El producto de jugo purificado se recibe a través de las aberturas 213 en el conducto 214 para su transporte en el tanque de sobrellenado 242. El jugo purificado se comunica posteriormente a través del conducto 218 para su posterior procesamiento.

Evaporación y extracción: Después de la etapa de clarificación 90, el producto de jugo está sujeto a la etapa de evaporación 100. El producto de jugo se transfiere a un aparato de evaporación a través de un conducto de transferencia. Se emplean una serie de evaporadores de molinos de azúcar para aumentar progresivamente la concentración de jugo de caña de azúcar. Preferiblemente el concentrado de jugo se extrae posteriormente de los evaporadores a un Brix de unos 60 grados. Aunque es posible un Brix significativamente más alto, este es el Brix preferido para la etapa de clarificación adicional 120.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término grados Brix, representado por el símbolo °Bx (y también denominado en este documento simplemente como "grados") se utiliza para cuantificar el contenido de azúcar de una solución acuosa. Más específicamente, es una escala de densidad relativa utilizada en la industria azucarera para indicar el porcentaje (%) de azúcar de caña (sacarosa) en peso (es decir, gramos de sacarosa por cada 100 mililitros (ml) de solución). Después de la clarificación, el jugo clarificado se pasa a los evaporadores para obtener el jarabe con un valor de grados Brix (Bx) de 55 °Bx (+/- 5 °Bx). Es fundamental que durante la etapa de evaporación la solución nunca supere los 70°Bx, con el fin de preservar los policosanoles antes mencionados.

El jarabe resultante debe tener un pH en el rango de aproximadamente 6.0 a 6.4, y su color, si las etapas anteriores se siguieron con precisión, no debe ser más de 4500 UI. La medición del color del azúcar es una función importante de los laboratorios de refinerías de azúcar y molinos de azúcar en bruto y también es para los usuarios de productos refinados de azúcar. Por ejemplo, el ATM X2 COLORIMETER, fabricado por Index Instruments Limited de Cambridgeshire, Inglaterra, es un instrumento dedicado a esta importante función de control de calidad. La Comisión Internacional para Métodos Uniformes de Análisis del Azúcar (o su sigla en inglés ICUMSA) recomienda el uso de 420 nm como longitud de onda para las mediciones de color de productos

blancos y de color claro, y una longitud de onda de 560 nanómetros (nm) para azúcares más oscuros. El resultado se muestra en Unidades de Color (IU) ICUMSA en la longitud de onda seleccionada. Los diferentes tipos de floculantes deben ser preferiblemente aproximadamente el doble de la cantidad utilizada normalmente durante el procesamiento convencional de la caña de azúcar. En particular, se prefiere que la cantidad de floculantes utilizados (por ejemplo, TETRAFLOC) durante esta etapa sea el doble de la cantidad de instrucciones, ya que funciona mejor. También es preferible que el flujo de los clarificadores no exceda 0,25 (o 25%) del rango de flujo utilizado normalmente durante el procesamiento convencional de la caña de azúcar.

Tercera clarificación: Preferiblemente, el concentrado de jugo se somete a una etapa clarificadora adicional 120. Este paso es idéntico a la etapa de clarificación 90. En esta etapa del proceso, el jugo se mantiene preferentemente a una temperatura de aproximadamente 60°C. Después de esta etapa de clarificación, el concentrado de jugo de caña es prácticamente libre de impurezas; con una pureza de aproximadamente 99,9 por ciento.

Inversión: Después de un paso final de clarificación, el producto clarificado puede ser sometido a una etapa de inversión, en el que el producto se comunica a través de una serie de tanques de acero inoxidable (por ejemplo, tres tanques de inversión) con el fin de reducir el nivel de pH del producto a aproximadamente 4.4 a 4.8, utilizando ácido cítrico, ácido fosfórico, o una combinación de los dos. Además, se prefiere que la temperatura se mantenga dentro de un rango de temperatura de unos 50 °C a 60 °C. Una vez alcanzada esta temperatura, se añade una enzima a una velocidad de al menos 0,11 gramos por galón de producto (aunque se puede añadir una mayor cantidad de enzima sin apartarse del alcance previsto de la inversión). Por ejemplo, el solicitante ha sido exitoso usando 0,25 gramos de enzima por galón de producto a 55 grados Brix. Por ejemplo, el solicitante ha sido exitoso utilizando INVEREVIE 488 (o, alternativamente, INVERZEVIE 482 e INVERZIME 490), todos fabricados por Pros SA de Cali, Colombia. La agitación en los tanques debe ser constante durante un período de aproximadamente 20 a 30 horas, siguiendo una curva de inversión predeterminada de forma continua.

Vacío: Después de la etapa de clarificación 120, el concentrado, con un Brix de 60 grados, se somete a una etapa de vacío 120 para una concentración adicional del producto en el que el Brix se incrementa a aproximadamente 75 +/- 5 grados. Será evidente para aquellos expertos en la

técnica que esta etapa se puede realizar con una batea de vacío de azúcar disponible comercialmente.

Refrigeración y sedimentación: Después de la etapa de vacío 130, el concentrado de jugo de caña de azúcar se bombea en el tanque 140 para enfriarse a una temperatura inferior a 54,5 °C. El tanque está provisto de un fondo cónico equipado con una pequeña trampa para sólidos. Una vez que el concentrado de caña de azúcar que tiene un Brix de 75 +/- 5 grados se enfría adecuadamente, se puede embalar para su distribución. El producto resultante ha demostrado permanecer estable durante un período de tiempo de al menos dos años.

Refiriéndose ahora principalmente a la FIG. 1, la siguiente es una lista de elementos asociados con números de referencia que no están incluidos en los FIGS. 2 y 3 (Nota: las FIGS. 2 y 3 pertenecen a varios subpasos del proceso descrito en el presente documento y relacionados principalmente con el método descrito en la patente del solicitante de los EE. UU. No. 6,245,123). Los siguientes elementos adicionales son pertinentes al presente método, que se refiere a una modificación del proceso original con el fin de preservar los policosanoles durante la elaboración de la caña de azúcar en bruto:

Etapas /Elementos del proceso de referencia

101 Preparación del Flocculante Talodura

102 Tetrafloc

103 Ácido

104 Carbono Activado

105 Vapor

106 Cal

107 Aire

108 Agua

109 Floculante

110 Vacío

111 Agua caliente

200 Jugo

201 Depósito de Cachaza

112: Tanque de eliminación de Cachaza

113 Tetrafloc

114 Ácido

115 Cal

116 Agua caliente

117 Floculante

118 Carbón activado

119 Vapor

120 Aire

121 Sólidos al tanque de Cachaza

122 Ácido y levadura

123 Agua y Vapor

124-126 Vapor

127 Embalaje

Significativamente, algunas de las características modificadas y distintivos del sistema y el método de la presente invención han permitido al solicitante lograr un medio altamente efectivo, eficiente y rentable para la producción comercial de una versión rica en policosanol de un producto de jugo de caña de azúcar de la presente invención.

Por ejemplo, la caña debe molerse al menor precio posible. Además, es importante dejar de moler durante al menos una hora entre la producción normal y el producto concentrado de jugo de caña de azúcar, con el fin de permitir la limpieza de todos los tanques y tubos para garantizar que no haya contaminación del jugo limpio con residuos de jugo quemado sucio, y para que haya una reducción en el nivel de los clarificadores de jugo.

Maceración: La caña debe macerarse con agua caliente limpia y tratada preferentemente a una temperatura dentro de un rango de 80 a 90 °C. El solicitante ha encontrado que los policosanoles precipitan a esta temperatura. Además, se añaden emulsionantes o tensioactivos dependiendo de la variedad de caña que se esté procesando.

Clarificación del jugo: El nivel de pH debe mantenerse dentro de un rango de 7.2 a 7.4, que es una desviación del procesamiento convencional de caña de azúcar en bruto. Esto se debe a la limpieza del jugo que proviene de los molinos. La turbidez es la nubosidad o neblina de un fluido causada por un gran número de partículas individuales que generalmente son invisibles a simple vista, similares a algunas en el aire. La medición de la turbidez es una prueba clave de la calidad del agua u otra calidad del fluido. La propensión de las partículas a dispersar un haz de luz centrado en ellas ahora se considera una medida más significativa de turbidez en el agua. La turbidez medida de esta manera utiliza un instrumento conocido en la industria como un nefelómetro, con el detector configurado al lado del haz de luz. Más luz llega al detector si hay muchas partículas pequeñas que dispersan la fuente del haz que si hay relativamente menos partículas. Las unidades de turbidez de un nefelómetro calibrado se denominan Unidades de Turbidez Efilométricas (o su sigla en inglés NTU). Hasta cierto punto, la cantidad de luz que se refleja para una cantidad determinada de partículas depende de las propiedades de las partículas, como su forma/geometría, color y reflectividad. Por esta razón (y el hecho de que las partículas más pesadas se asientan rápidamente y no contribuyen a una lectura de turbidez), una correlación entre la turbidez y el total de sólidos suspendidos (TSS) es algo inusual para cada ubicación o situación. De conformidad con

una implementación preferida del presente proceso, es importante que la turbidez se mantenga en un nivel inferior a 80 NTU.

Clarificación del Jarabe de caña de azúcar: Tal como se utiliza en el presente documento, el término grados Brix, representado por el símbolo °Bx, es una medida utilizada para cuantificar el contenido de azúcar de una solución acuosa. Más específicamente, es una escala de densidad relativa utilizada en la industria azucarera para indicar el porcentaje (%) de azúcar de caña (sacarosa) en peso (es decir, gramos de sacarosa por cada 100 mililitros (ml) de solución). Después de la clarificación, el jugo clarificado se pasa a los evaporadores con el fin de obtener el jugo de caña con un valor de grado brix (Bx) de 55 °Bx (+/- 5 °Bx). Es fundamental que durante la etapa de evaporación la solución nunca supere los 90°C, con el fin de conservar/preservar los policosanoles antes mencionados.

El jarabe resultante debe tener un pH dentro de un rango de aproximadamente 6.0 y 6.4, y su color, si las etapas anteriores se siguieron con precisión, no debe ser mayor a 4500 UI. La medición del color del azúcar es una función importante de los laboratorios de refinerías de azúcar y molinos de azúcar en bruto y también es para los usuarios de productos azucarados refinados. Por ejemplo, el ATM X2 COLORIMETER, fabricado por Index Instruments Limited de Cambridgeshire, Inglaterra, es un instrumento dedicado a esta importante función de control de calidad. La Comisión Internacional de Métodos Uniformes de Análisis del Azúcar (ICUMSA) recomienda el uso de 420 nanómetros (nm) como longitud de onda para mediciones de color de productos de color blanco y claro, y una longitud de onda correspondiente de 560 nm para azúcares más oscuros. El resultado se muestra en Unidades de Color (IU) ICUMSA en la longitud de onda seleccionada.

De acuerdo con el método de la presente invención, se prefiere que las cantidades relativas de los distintos tipos de floclulantes sean aproximadamente el doble de la cantidad utilizada normalmente. Además, es crucial que el flujo de los clarificadores no supere aproximadamente el 20% del caudal del clarificador convencional, y que en el jarabe el tetrafloc sea aproximadamente el doble de la cantidad utilizada convencionalmente.

Clarificación en la Refinería : En los tanques de fusión, es preferible aplicar el doble de la cantidad de carbono activo utilizado normalmente, con el fin de decolorar a los rangos deseados para llegar a un producto final con las siguientes características:

Color: 2000 UI

Rango de pH: 6.2 a 6.4

Turbidez: < 1400 UI

Brix: 55 °Bx (+/- 5x)

Esta etapa es crítica; es la etapa final de la filtración, y si se hace correctamente, no habrá ningún problema con la filtración. Sin embargo, si la filtración no se realiza con precisión, el producto resultante tendrá demasiado color y los filtros se obstruirán rápidamente. Idealmente, el producto de jugo de caña de azúcar debe salir de la etapa de clarificación con un brillo radiante. Si este no es el resultado final, entonces la turbidez probablemente era demasiado alta y esto probablemente causará problemas con los filtros utilizados durante la filtración posterior.

Filtración del producto de jugo de caña de azúcar: Durante esta etapa del proceso, es preferible incorporar doble filtración utilizando los llamados filtros de tipo Sparkler. La Filtración Inicial (Primera) se realiza preferiblemente utilizando una capa de DICTALITE 4187. Esto resulta en una filtración de 1 micrón. Si las etapas anteriores se realizan correctamente, esto debería dar lugar a un caudal de unos 20-25 metros cúbicos de Producto por hora, que es muy similar al caudal de licor producido en la refinería, aunque tal vez 20-30% más lento, pero de lo contrario un excelente caudal. El Brix objetivo del jarabe que se filtra es de 55 °Bx (+/-5-Bx). Una filtración secundaria (segunda) se realiza preferiblemente utilizando un nuevo producto de filtrado llamado ECOSORB S-426, que logró todas las características beneficiosas del producto DICTALITE, al tiempo que permite una mayor decoloración a través del intercambio iónico.

Inversión: El solicitante ha encontrado un gran éxito utilizando una serie de tres tanques de inversión de acero inoxidable, con cada uno de los tanques de inversión de acero inoxidable tienen la capacidad de producir cinco (5) contenedores a la vez. La etapa de inversión debe reducir el pH a un nivel dentro de un rango de aproximadamente 4.4 a 4.8, por ejemplo, usando ácido cítrico, ácido fosfórico, o una combinación de los dos. Además, la temperatura objetivo debe mantenerse dentro de un rango de entre 50 °C y 60 °C. Una vez alcanzada la temperatura objetivo, se añade enzima, preferiblemente en una cantidad de 0,11 gramos por galón de concentrado de jugo de caña de azúcar a 55 grados Brix. A modo de ejemplo, el presente solicitante ha sido exitoso utilizando

una enzima vendida bajo el nombre comercial INVERZIME 488 (o, alternativamente, INVERZIME 482 e INVERZIME 490), todas ellas fabricadas por Proenzimas SA de Cali, Colombia.

Concentración del producto de jugo: Significativamente, a través de una amplia experimentación, el presente solicitante ha descubierto que es crucial que la temperatura del producto de jugo de caña de azúcar nunca supere los 90°C a lo largo de todo el proceso, con el fin de garantizar la máxima conservación de los policosanoles naturales de caña de azúcar, como se mencionó anteriormente en el presente documento. A través de un extenso ensayo y error, el solicitante ha determinado que exceder esta temperatura de 90°C provoca la quema del producto y, significativamente, una pérdida correspondiente de policosanoles en el producto. Una vez más, el solicitante ha determinado que el Brix ideal para la forma de jarabe del producto a base de caña de azúcar rico en policosanol producido de conformidad con el método actual es de 75 +/-5 grados Brix.

Refiriéndose ahora en particular a las FIGS. 4A a 4D, una implementación alternativa del sistema de la presente invención similar a la introducida inicialmente en las FIGS. 1-3, pero que ilustra la incorporación de tensioactivos preferidos altamente beneficiosos y se presentan sitios de introducción emulsionantes, lo que resulta en una mejor calidad del producto y un mejor contenido de policosanoles de productos de caña de azúcar.

Refiriéndose inicialmente a la FIG. 4A, se muestra un subcomponente inicial del sistema, que incluye equipos, como grúas y vehículos de transporte que se muestran generalmente como número de referencia 402. Como se describió anteriormente, los tallos de caña de azúcar preseleccionados que tienen un alto Brix de 18 +/- 10 y un alto contenido de policosanol se introducen en un transportador/conductor inicial de caña triturada, representado generalmente como número de referencia 404. El transportador 404 puede incluir un primer rodillo de nivelación 406, un aparato de trituración de caña de azúcar 408, un tambor de alimentación 410 y un aparato de desfibrilación de caña 412. La caña triturada puede transferirse posteriormente a un segundo conductor/transportador de caña triturada adyacente 420, que puede incluir un segundo rodillo de nivelación 414 y un tercer rodillo de nivelación 416. El sistema se continúa en la FIG. B, en la que se ha reproducido el segundo conductor/transportador 420 para mayor claridad.

Refiriéndose ahora a la FIG. 4B, la caña de azúcar triturada se procesa a través de toda la serie de molinos de rodillos, denotadas con las referencias 430A a 430 F, que funcionan en conjunto con los tanques 440A a 440E, de una manera como se describió anteriormente con respecto a FIG. 2. Además, una porción microscópica del sistema de procesamiento de bagasa, representada por el numeral de referencia 450, está en comunicación con el tanque de producto de jugo diluido 432. Como se indica en la FIG. 2 para mayor claridad, el producto de jugo diluido del tanque 432 se comunica a los calentadores 478 (FIG. 4D). Del mismo modo, como se indica además en la FIG. 2, el producto de jugo del cuarto molino de rodillos 430D se comunica al quinto molino de rodillos 430E (FIG. 4C).

Refiriéndose ahora a la FIG. 4C, las calderas del sistema están representadas por el numeral de referencia 474, y un almacenamiento de bagasa representado por el numeral de referencia 476. Además, un tanque de condensador está representado por el numeral de referencia 472, y un tanque de maceración está representado por el numeral de referencia 470. La función y el propósito de los componentes antes mencionados es como se describió anteriormente con respecto a la FIG. 2. Significativamente, por razones descritas a continuación, una cantidad de producto de emulsificación (50ppm a 1,500ppm, dependiendo de la variedad de la caña) — representado por el numeral de referencia 462 — se introduce preferiblemente en el tanque de maceración 470.

Refiriéndose ahora a la FIG. 4D, una cantidad de tensioactivo (50ppm a 1,500ppm, dependiendo de la variedad de caña), representada por el numeral de referencia 466 y la segunda cantidad de tensioactivo (100 ppm), representada por el numeral de referencia 464, se introduce en el sistema como se ilustró.

Significativamente, durante el proceso de obtención del producto concentrado de jugo de caña azúcar es crucial añadir cantidades de productos emulsionantes y tensioactivos en lugares particulares durante el proceso, ya que estos ayudan a reducir la viscosidad y precipitar las ceras y las resinas de la caña de azúcar, que contienen policosanoles que no han sido extraídos y precipitados en el jugo por medios mecánicos durante el proceso. En particular, se añade un tensioactivo (50ppm a 1,500ppm, dependiendo de la variedad de la caña) antes del primer molino de rodillos 430A y al filtro de banda 482 de la cachaza. Del mismo modo, se añade un emulsionante (50ppm a 1,500ppm, dependiendo de la variedad de la caña) antes del quinto y sexto molino de

rodillos, 430E y 430F, respectivamente, justo antes del proceso de clarificación del jugo, y justo antes del quinto y sexto molino de rodillos de la clarificación de melaza. El emulsionante o tensioactivo se proporciona a 50 ppm a 1,500ppm, dependiendo de la variedad de la caña.

Significativamente, el producto de jugo de la presente invención puede ser producido en una variedad de formas incluyendo, pero no limitado a, una bebida de jugo y una concentración de jugo, por ejemplo, en forma de un agente edulcorante. Además, el producto de jugo extraído por los molinos de rodillos 440A a 440E, antes de ser sometido a cualquier paso de clarificación, incorpora una composición rica en policosanol que puede utilizarse en forma de una bebida de jugo y un agente edulcorante de jugo concentrado que se puede añadir a cualquiera de una variedad de bebidas líquidas existentes.

El producto de jugo extraído de los molinos tras la clarificación incorpora una composición rica en policosanol que puede utilizarse en forma de bebida de jugo y un agente edulcorante de jugo concentrado que se puede añadir a cualquiera de una variedad de bebidas líquidas existentes.

El producto de jugo extraído de los molinos tras la clarificación y evaporación (es decir, producto de jugo concentrado) incorpora una composición rica en policosanol que puede utilizarse en forma de bebida de jugo y un agente edulcorante de jugo concentrado que puede ser añadido a cualquiera de una variedad de bebidas líquidas existentes, y tiene una vida útil de aproximadamente un mes.

Además, el solicitante ha constatado que una forma concentrada extraída del producto de jugo, después de haber sido sometido a pasos de clarificación, filtración, evaporación e inversión del presente método tiene una vida útil de al menos dos años.

Significativamente, el solicitante ha descubierto que el método de la presente invención no sólo preserva los policosanoles de origen natural de la caña de azúcar en bruto, sino que también conserva todos los nutrientes principales (es decir, macro, micro y nano-) de la caña de azúcar en bruto. En consecuencia, el método del solicitante puede incorporarse para la producción comercial a gran escala de bebidas ricas en policosanol y nutrientes a base de caña de azúcar, concentrados de bebidas (por ejemplo, para su uso como agentes edulcorantes y similares), que proporcionan la reducción de colesterol antes mencionada y otros beneficios para la salud comúnmente asociados con productos farmacéuticos caros, a una fracción del costo mientras que elimina una serie de

efectos secundarios dañinos comúnmente asociados con estatinas y otros medicamentos para reducir el colesterol. Como resultado, el método del solicitante es muy beneficioso en el sentido de que ofrece un medio para permitir el tratamiento del colesterol alto y los riesgos relacionados con la salud a potencialmente decenas de millones de personas en todo el mundo que, de lo contrario, no tendrían medios para buscar ayuda a través de la industria sanitaria convencional.

Si bien se han ilustrado y descrito las realizaciones preferidas de la invención, quedará claro que la invención no es limitada por ellas. Los expertos en la materia pueden realizar numerosas modificaciones, cambios, variaciones, sustituciones y equivalentes sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención tal como se describe en las reivindicaciones.

Reivindicaciones:

Lo que se reivindica es:

1. Un método para procesar una cantidad de cañas de caña de azúcar en bruto para producir un concentrado a base de caña de azúcar rico en policosanol a través de un sistema de procesamiento de productos de jugo de caña de azúcar, que comprende pasos de:

- triturar dichas cañas de caña de azúcar e introducir dichas cañas de caña de azúcar trituradas en una serie de molinos de rodillos mecánicos;
- extraer el jugo de caña de azúcar de dichas cañas de caña de azúcar triturada a través de dicha serie de molinos de rodillos, en los que se introduce una cantidad de un tensioactivo en el sistema en un lugar del sistema antes de dicho primer molino de rodillos;
- filtrar dicho jugo de caña de azúcar extraído a través de al menos un filtro;
- estabilizar el pH de dicho jugo de caña de azúcar en una solución no ácida de hidróxido de calcio a un nivel de pH preferido dentro de un rango de 7.2 a 7.6;
- flocular dicho jugo de caña de azúcar utilizando una mezcla que consiste en agua y al menos un producto floculado;
- evaporar dicho jugo de caña de azúcar a través de un aparato de evaporación que incluye una serie de evaporadores, dicha serie de evaporadores aumentan progresivamente una concentración de dicho jugo de caña de azúcar para crear un producto post-evaporación de jugo de caña de azúcar concentrado rico en policosanol; y
- extraer dicho concentrado de jugo de caña de azúcar de dicho aparato de evaporación a un valor de grados Brix deseado, dicho método de procesamiento de caña de azúcar impide que dicho producto de jugo supere los 90°C a lo largo de dicho proceso para minimizar la evaporación de los policosanoles del mismo.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de proporcionar cañas de caña de azúcar comprende además el suministro de cañas de caña de azúcar cosechados manualmente.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de proporcionar cañas de caña de azúcar comprende además proporcionar cañas de caña de azúcar sustancialmente libres de ácido que tengan preferiblemente un Brix dentro de un rango de 18 a 28 grados Brix.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de extracción de jugo de caña de azúcar comprende además pasar dichas cañas de caña de azúcar a través de dicha serie de molinos de rodillos.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha etapa de filtrado comprende además el filtrado de jugo de caña de azúcar extraído de un primer par de dicha serie de molinos de rodillos.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de estabilización del pH de dicho jugo de caña de azúcar comprende además la estabilización del pH de dicho jugo de caña de azúcar a un pH en un rango de 7,2 a 7,6.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, donde dicha etapa de estabilización del pH de dicho jugo de caña de azúcar comprende además la estabilización del pH de dicho jugo de caña de azúcar a un pH de 7,4 a 7,6.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de extracción de dicho concentrado de jugo de caña de azúcar de dicho aparato de evaporación a los grados deseados de Brix comprende además la extracción de dicho concentrado de jugo de caña de azúcar de dicho aparato de evaporación, de modo que dicho concentrado tiene un Brix de unos 60 grados.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un producto floculado comprende al menos uno de un floculado natural y un floculado industrial.
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de someter dicho concentrado al vacío, de manera que el valor Brix de dicho concentrado se incremente a un rango de 70 a 80 grados Brix.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, tras una etapa de clarificación final, una etapa de someter el producto de jugo a un proceso de inversión, en el que, antes de dicho proceso de inversión, el jugo de caña de azúcar se encuentra en una condición adecuada para su uso como al menos uno de: un producto de jugo de bebida bebible potable embotellado y un componente de jugo de caña de un agente edulcorante.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la etapa de la inversión comprende además la etapa de:

- comunicar dicho producto de jugo clarificado a través de una serie de tanques de inversión de acero inoxidable para reducir eficazmente el nivel de pH del producto de jugo utilizando al menos uno de: ácido cítrico, ácido fosfórico y una combinación de ácido cítrico y ácido fosfórico.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha etapa de inversión comprende además las etapas de:

- reducir un nivel de pH del producto dentro de un rango de pH de 4,4 a 4,8; y
- mantener una temperatura de dicho producto de jugo dentro de un rango de temperatura de 50 a 60°C.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una etapa de producir un producto a base de jugo de caña de azúcar rico en policosanol, dicho producto a base de jugo de caña de azúcar rico en policosanol comprende al menos uno de: una bebida rica en policosanol no concentrada; un producto semi concentrado y rico en policosanol a base de jugo de caña de azúcar adaptado para su uso como aditivo edulcorante; y un nutracéutico a base de jugo de caña de azúcar altamente concentrado y rico en policosanol.

## Resumen

Un método para procesar el jugo de caña de azúcar a partir de tallos de caña de azúcar en bruto para producir diversas formas de un producto de jugo de caña de azúcar natural que preserva los policosanoles que se producen naturalmente en los tallos de caña de azúcar en bruto, lo que resulta en productos a base de jugo de caña de azúcar natural rico en policosanol tal como una bebida, un agente edulcorante concentrado y un producto nutracéutico. El método puede incluir las etapas de proporcionar tallos de caña de azúcar con altas concentraciones de policosanol; extraer jugo de caña de azúcar de los tallos de caña de azúcar a través de una serie de molinos de rodillos; filtrar el jugo de caña de azúcar extraído; estabilizar el pH del jugo en una solución no ácida de hidróxido de calcio; flocular el jugo de caña de azúcar para eliminar las impurezas indeseables; opcionalmente, evaporar el jugo de caña de azúcar para formar un concentrado de jugo de caña de azúcar rico en policosanol y extraer el concentrado de jugo de caña de azúcar del evaporador.