



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 368**

51 Int. Cl.:

**C08C 1/04** (2006.01)

**C08C 2/02** (2006.01)

**C08C 4/00** (2006.01)

**C08G 83/00** (2006.01)

**C08K 3/04** (2006.01)

**C09F 1/00** (2006.01)

**C08C 2/06** (2006.01)

**B02C 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06750909 .1**

96 Fecha de presentación : **21.04.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1969036**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.09.2008**

54

Título: **Extracción de biopolímeros a partir de materiales vegetales.**

30

Prioridad: **05.01.2006 US 327266**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.07.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.07.2011**

73

Titular/es: **YULEX CORPORATION**  
**37860 West Smith-Enke Road**  
**Maricopa, Arizona 85238-3010, US**

72

Inventor/es: **Cornish, Katrina;**  
**McCoy III, Raymond, G.;**  
**Martin, Jeffrey, A.;**  
**Jali, Williams y**  
**Nocera, Anthony, Jr.**

74

Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 362 368 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Extracción de biopolímeros a partir de materiales vegetales

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

10 La invención descrita en esta memoria se refiere al procesamiento comercial de plantas desérticas autóctonas del suroeste de los Estados Unidos de América y Méjico, incluido el guayule (*Parthenium argentatum*), para la extracción de biopolímeros tales como cauchos naturales. Más específicamente, la invención se refiere al método de producción, a escala comercial, de extraer un biopolímero de elevado peso molecular a partir de materiales vegetales, incluido el cultivo, la recolección, la desfoliación y la descortización, y el tratamiento químico y mecánico de las plantas.

## 15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 El caucho natural, derivado de la planta *Hevea brasiliensis*, es un componente fundamental de muchos bienes de consumo, incluidos dispositivos y productos médicos, tales como guantes de látex. Los Estados Unidos de América tienen una fuerte dependencia del caucho natural, principalmente debido a que las alternativas sintéticas no pueden igualar las elevadas propiedades de comportamiento del caucho natural requeridas para muchas aplicaciones, y tienden a ser prohibitivamente costosas.

25 Más del 90% del caucho natural derivado de *Hevea* importado por los Estados Unidos de América procede de Indonesia, Malasia y Tailandia. Las fuentes de cauchos naturales en estos países se encuentran bajo una intensa amenaza de enfermedades y plagas potenciales, debido a la similitud genética de las plantas de caucho. Además, la cosecha queda limitada por una zona geográfica restringida y por métodos de recolección que requieren mucha mano de obra. Además, las cosechas de caucho natural del sureste de Asia contienen muchos contaminantes proteicos que son los responsables de alergias al látex tipo I, que se estima afectan a tantos como 20 millones de americanos.

30 El elevado coste de la importación a los Estados Unidos de América, así como el potencial de que la cosecha completa sea exterminada por la enfermedad y la ubicuidad de las alergias al látex, hacen particularmente atractivas alternativas domésticas no alérgicas al caucho natural.

35 Como una alternativa a fuentes de caucho sintético, se está dirigiendo la atención a la producción de hidrocarburos en plantas tales como el guayule (*Parthenium argentatum*). Guayule es una planta desértica autóctona del suroeste de los Estados Unidos de América y del norte de Méjico y que produce isopreno polimérico, esencialmente idéntico al producido por los árboles del caucho *Hevea* en el sureste asiático. Las plantas de guayule almacenan látex en diminutas inclusiones en la corteza, haciendo deseable la recolección de las capas fibrosas externas de la planta. El guayule proporciona normalmente de media tonelada a una tonelada de caucho por acre de cultivo y está listo para ser recolectado y procesado después de sólo dos años.

45 Por lo tanto, existe la necesidad de un método económico, eficaz y no contaminante del medio ambiente y de alto rendimiento para extraer y fraccionar biopolímeros tales como caucho a partir de materiales vegetales tales como guayule.

50 El documento US 5.580.942 describe un método para preparar productos de caucho hipoalérgicos, comprendiendo dicho método a) homogeneizar plantas con contenido en caucho en un medio acuoso, en donde dicho medio acuoso comprende tampón, pH de aproximadamente 7,0 a aproximadamente 8,0, un antioxidante y un compuesto que unirá compuestos fenólicos y resinas; b) filtrar el producto homogeneizado; c) separar la fase con contenido en caucho de la fase acuosa; y en donde las plantas con contenido en caucho son plantas no *Hevea*.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

55 La FIG. 1A es un diagrama de flujo de las etapas iniciales del sistema de procesamiento.

La FIG. 1B es un diagrama de flujo de las etapas finales del sistema de procesamiento.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS DIVERSAS REALIZACIONES

La presente invención utiliza un método de la reivindicación 4 y un aparato de la reivindicación 1.

En diversas realizaciones, el método se puede llevar a cabo en una diversidad de escalas, incluida la escala de laboratorio u otra escala pequeña (menos de 22,7 kg (50 libras) de plantas procesadas por hora), escala de planta piloto (típicamente, 22,7-227 kg (50-500 libras) de plantas procesadas por hora) y escala comercial (típicamente, más de 454 kg (más de 1.000 libras) de capacidad de procesamiento de plantas por hora). En una realización de la invención, la variación de escala comercial del procedimiento tiene una capacidad de procesamiento de 6804 kg (15.000 libras) de plantas por día y una capacidad de líquido de aproximadamente 12.491 l (3.300 galones) por día utilizando una serie de tanques de elevada capacidad. Por consiguiente, el método descrito puede utilizarse para pequeñas zonas menores que 0,2023 km<sup>2</sup> (50 acres) de materiales vegetales anualmente hasta una escala industrial de más de 20,23 km<sup>2</sup> (5.000 acres) anualmente.

Materiales vegetales que se utilizan incluyen guayule (*Parthenium argentatum*).

El procedimiento descrito en esta memoria extrae y purifica caucho natural a partir de plantas de guayule, y el látex de caucho extraído se puede luego procesar para una diversidad de usos comerciales, por ejemplo en el caso del caucho natural, productos que incluyen artículos basados en látex tales como guantes y dispositivos médicos basados en látex.

Tal como se muestra en la Fig.1A, en un proceso de recolección 10 típico, se cultivan plantas, se recolectan y se embalan utilizando prácticas de granja convencionales. Con el guayule (*Parthenium argentatum*), las plantas se recolectan cada dos años, o en el instante en el que los pesos moleculares del caucho se encuentran a niveles suficientes para producir una cantidad suficiente de caucho, es decir, proporcionando una cantidad que hace rentable y útil la cosecha, así como los niveles deseados de la calidad del caucho. La producción del caucho en plantas tales como el guayule depende grandemente de factores medioambientales tales como temperatura y niveles de irrigación. Como resultado, estas condiciones estacionales varían de año a año e influyen directamente en el momento y la frecuencia del proceso de recolección 10.

La madurez de las plantas y su disposición para la recolección viene determinada por un ensayo para cuantificar la concentración del látex antes de la extracción de acuerdo con el método descrito en esta memoria. En el guayule, las partículas de caucho están suspendidas en el citoplasma, y la disponibilidad de agua durante el crecimiento afecta directamente a la cantidad del producto final en la extracción del látex. En los casos en los que las plantas se deshidratan, las partículas se pueden coagular *in situ*, solidificando irreversiblemente el caucho en la planta, incluso tras rehidratación de ésta. Por consiguiente, plantas consistentemente irrigadas contienen mayores niveles de látex basado en el citoplasma y, generalmente, proporcionarán un producto final mejor. Por ejemplo, si la planta contiene una concentración del caucho de látex del 12% en peso (% en p), se extrae un látex de alta calidad. Una planta debe contener al menos 1% en p de látex, con el fin de ser utilizada en la presente invención.

El proceso de recolección 10 se programa generalmente en base a la altura deseada de la planta y al peso en base a una escala, así como en cuanto al contenido de humedad en base al análisis de secado. Utilizando el guayule, el proceso de recolección 10 no se producirá típicamente hasta que las plantas sean de al menos un año de edad y hayan alcanzado concentraciones de látex óptimas para operaciones a escala comercial. Al cabo de dos años, las plantas tienen una altura típicamente de 30-60 cm (1-2 pies) y pesan aproximadamente 2,72 kg (6 libras) sobre una base en peso húmedo sin la raíz. Con los sistemas radiculares intactos, el guayule pesa aproximadamente 3,18 kg (7 libras). No existe límite superior para el proceso de recolección 10 y la subsiguiente extracción. Plantas de guayule totalmente maduras (que pueden alcanzar una altura de 1,83 m (6 pies) y pesar más de 22,7 kg (50 libras)) también se pueden procesar de acuerdo con el método descrito en esta memoria.

Utilizando guayule, en una realización del proceso de recolección 10 la planta se recolecta cortando en forma de seto o descopando (cortando el tronco de la planta por encima de la base radicular) la planta, de modo que solamente se recolectan las porciones por encima del suelo de la planta y subsiguientemente se procesan. En otra realización del proceso de recolección 10, la planta entera se desentierra y los brotes y raíces se procesan subsiguientemente. Todavía en otra realización del proceso de recolección 10, las plantas se procesan

parcialmente en el campo para formar trozos menores para permitir densidades de empaquetamiento mejoradas cuando la planta es embalada o enfundada en carretillas, tolvas, contenedores o camiones para el transporte a la planta de procesamiento. Dependiendo de las condiciones climatológicas, las plantas de guayule se pueden recolectar varias veces. Por ejemplo, una cosecha se puede irrigar durante dos años antes de la primera recolección en invierno, después descopar en primavera y volver a recolectar a la primavera siguiente. Cuando las plantas de guayule se descopan durante el proceso de recolección 10, las plantas volverán a crecer para otra recolección en el futuro.

En diversas realizaciones del proceso de recolección 10, las hojas se separan de las plantas en el campo o se separan en una instalación de procesamiento. Las plantas se pueden desfoliar utilizando un corte mecanizado, corte con tijeras a mano, corte a modo de seto o con defoliantes químicos no deshidratantes. Por ejemplo, la defoliación se puede realizar utilizando un sistema de cinta transportadora basado en la gravedad, etapas de lavado y/o presión de aire o agua para separar las hojas. Una realización alternativa del proceso de recolección no incluye defoliar las plantas.

Después del proceso de recolección 10, las plantas son enviadas a una picadora 2, capaz de picar los trozos de la planta a un tamaño o forma relativamente uniforme. La picadora 12 pica las plantas en trozos uniformes para permitir que un sistema separador 14 separe una parte principal de las hojas, flores y pequeños tallos y luego prepare los tallos mayores para las operaciones de descortezado y de molienda en húmedo para la extracción del caucho de látex. El tamaño del picado de los trozos de la planta depende de la escala deseada, la técnica, el uso y del producto final preferido. Por ejemplo, los tamaños de los trozos pueden oscilar desde menores que 1,27 cm (1/2 pulgada) a mayores que aproximadamente 20,32 cm (8 pulgadas), con un tamaño medio de 7,62-15,24 cm (3-6 pulgadas) para una extracción del caucho maximizada. Si la planta se pica demasiado finamente, las pérdidas de látex serán mayores debido a la oxidación y deshidratación de una mayor superficie específica de la planta picada expuesta.

La picadora 12 puede incluir cualquier tipo de picado, incluido mezcladores, molinos, picadoras de yunque u otros tipos de picadoras. La capacidad de la picadora 12 refleja opcionalmente la escala de fabricación deseada. Por ejemplo, a una escala de laboratorio, se podrían procesar 0,11 kg (1/4 de libra) de plantas por hora, mientras que a la escala de planta piloto se podrían procesar 226,8-453,6 kg (500-1.000 libras) por hora. A escala comercial, la picadora 12 sería capaz de procesar 453,6 kg (1.000 libras) o más de plantas por hora.

Después de la etapa de la picadora 12, en una realización, las plantas picadas son separadas por el sistema separador 14 con el fin de separar hojas, partes de flores y pequeños tallos del procesamiento. Algunas o la totalidad de las hojas pueden ser incluidas en el procesamiento; sin embargo, las hojas, partes de flores y pequeños tallos pueden producir resultados indeseados tales como una estabilidad disminuida del látex o una decoloración. Por lo tanto, el sistema separador 14 es una etapa opcional.

Un ejemplo del sistema separador 14 es un separador por densidad de aire que está constituido adicionalmente por una cámara separadora 16 y un soplante 18 tal como se muestra en la Fig. 1A. La etapa de separación separa la mayoría de las hojas, partes de flores y pequeños tallos de una planta madura recolectada, que oscilan típicamente entre una concentración al 30-35% en peso (“% en p”) en agua, y no contienen caucho de látex. El % en p de hojas, flores y tallos pequeños depende de las condiciones de recolección, del crecimiento anual de la planta, del tipo de planta y de otros factores y, por lo tanto, este intervalo solamente será un intervalo aceptable para separar hojas, partes de flores y pequeños tallos. El intervalo de % en p puede ajustarse dependiendo de estas otras condiciones, o del producto deseado.

Tal como se muestra en la FIG. 1A, en una realización de la invención, el sistema separador 14 es un separador por densidad de aire capaz de separar las pequeñas hojas y tallos del resto de la planta dentro de la cámara separadora 16 a través del aire forzado procedente del soplante 18 que levanta las hojas, las partes de flores, tallos pequeños más ligeros y la suciedad de la corteza más pesada y de la pasta maderera de la planta picada. Las hojas, partes de flores y pequeños tallos son transportados por el aire y son recogidos para su reutilización en la biomasa a la zona de recolección y reutilización de la biomasa 52.

En esta realización, el soplante 18 está situado aguas abajo de la cámara separadora 16, de modo que el sistema separador 14 opera a una presión negativa y el aire penetra a través de deflectores en el fondo de la cámara

5 separadora 16 bajo la presión de vacío. En esta realización, el soplante 18 es capaz, además, de forzar una suficiente capacidad de aire para levantar hojas, partes de flores, pequeños tallos y suciedad y, en una realización, se puede ajustar para el flujo de aire dependiendo del tamaño de partícula deseado. Por ejemplo, dentro de la cámara separadora 16, los trozos más ligeros (hojas, partes de flores y pequeños tallos) se pueden separar mediante fluidización, deflectores internos y/o flujo, en que las hojas, partes de flores y pequeños tallos se separan del aire y se descargan en el fondo de la cámara separadora 16 a través de un alimentador de bolsa de aire rotatorio.

10 Una realización de un sistema separador 14 por densidad de aire para el procesamiento a gran escala es uno de alto rendimiento fabricador por Carver Inc.-Lummus Corp. (Savannah, GA), el cual descarga trozos leñosos picados de mayor tamaño y la corteza del fondo del sistema separador 14 como material de alimentación para el procesamiento ulterior. Por ejemplo, en una realización, el soplante 18 se ajusta a un punto de elevación por presión a granel en torno al peso del conjunto de la planta y de la pasta de la corteza (presión de 192-208 kg/m<sup>3</sup> (2-3 libras/pie<sup>3</sup>) y el peso de las hojas, partes de flores y pequeños tallos (presión a granel de 64,1-158,2 kg/m<sup>3</sup> (4-8 libras/pie<sup>3</sup>)). La separación tiene lugar en base a la diferencia de densidades.

20 Una mayor diferencia entre las dos densidades hace más fácil la separación. Opcionalmente, se pueden utilizar etapas adicionales del sistema de separación 14 en los casos en los que la diferencia sea menor, por ejemplo a través de modificaciones del soplante 18 ajustado con la correspondiente geometría de flujo de aire y la velocidad en sección transversal, basado en los pesos de los materiales, o la escala de la cámara separadora 16 para permitir separar el material mediante fluidización por aire.

25 En otra realización, el sistema separador 14 comprende la separación mediante separación mecánica o humana. Por ejemplo, el sistema separador 14 puede comprender el corte a mano o el corte a modo de seto de las hojas y pequeños tallos en el campo.

30 Las hojas, partes de flores y tallos separados del resto de la planta de guayule utilizando el sistema separador 14 pueden enviarse a una zona de recolección y reutilización de la biomasa 52 (tal como se muestra en la FIG. 1A). Por ejemplo, las hojas y tallos recolectados se pueden procesar mediante una bio-refinería para formar una diversidad de ligninas o resinas, y se pueden utilizar en una diversidad de productos tales como bioadhesivos, revestimientos, bioplaguicidas, agentes antifúngicos y agentes antitermíticos. Las hojas, partes de flores y los tallos también se pueden procesar para formar celulosa o hemicelulosa y se pueden utilizar para una diversidad de biocombustibles tales como etanol, y otros bioproductos tales como el aislamiento. Cualesquiera hojas, partes de flores y tallos también se pueden esparcir de nuevo en campos agrícolas en forma de mantillo, o se pueden combinar con otros subproductos del proceso.

40 Cualesquiera trozos mayores para el procesamiento ulterior (p. ej. corteza, planta picada y pasta) se descargan del sistema separador 14 y se transportan a la siguiente etapa de procesamiento. Métodos de transporte incluyen un equipo de transporte convencional que incluye, pero no se limita a barrenas, transportadores de cinta, las manos, elevadores de cangilones u otro tipo de manipulación de sólidos similar.

45 El caucho de látex está localizado en la corteza de las ramitas de guayule picadas y los componentes radiculares. Con el fin de aumentar la eficacia de separación y reducir la cantidad de material sólido procesado en la extracción del látex, tal como se muestra en la FIG. 1A, el método puede incluir, opcionalmente, un sistema separador de la corteza (o descortezamiento) 20 que sigue al sistema separador 14. La separación de la corteza aumenta la eficacia del proceso global. Por ejemplo, si se utiliza el sistema separador de la corteza 20, se extrae un mayor porcentaje de látex en las etapas de concentración y separación iniciales, reduciendo la necesidad de un procesamiento amplio en fases posteriores de la invención.

50 En una realización, el sistema de separación de la corteza 20 puede comprender un lavado a alta presión o un chorro de aire para separar la corteza de la planta. El sistema separador de la corteza 20 también puede comprender un método mecánico para desprender la corteza de la planta. El sistema separador de la corteza 20 también puede comprender una separación manual de la corteza utilizando el desprendimiento a mano de la corteza de la planta. En esta realización, la corteza se transporta luego a la instalación de procesamiento por parte del transportador, y todo material vegetal sobrante es transportado para el refinado o el desecho ulterior. En realizaciones adicionales del sistema de separación de la corteza 20, se pueden utilizar sistemas radiculares o

cepellones de las plantas, o las plantas completas. En una realización, el sistema separador de la corteza 20 también se puede realizar simultáneamente con la etapa del sistema separador 14. En otras realizaciones, se puede omitir el sistema separador de la corteza 20.

5 Al igual que con las hojas y los tallos, la pasta de madera que no contiene caucho, derivada del sistema separador de la corteza 20 se puede recoger y enviar a la zona de recolección y reutilización de biomasa 52 para uso en procesos de fabricación secundarios. Por ejemplo, la pasta maderera recogida se puede procesar por parte de una bio-refinería para formar una diversidad de ligninas o resinas, y se puede utilizar en una diversidad de productos tales como bioadhesivos, revestimientos, bioplaguicidas, agentes antifúngicos y agentes antitermíticos. La pasta  
10 de madera también se puede procesar para formar celulosa o hemicelulosa y utilizar para una diversidad de biocombustibles tal como etanol, y otros bioproductos tal como el aislamiento. La pasta de madera también se puede esparcir de nuevo sobre los campos agrícolas en forma de mantillo o esparcir y plantar en forma de una modificación de la textura del suelo orgánica.

15 Después del sistema separador de la corteza 20 o el sistema separador 14, las plantas se procesan ulteriormente en un sistema de disolución química 24. El sistema de disolución química 24 comprende la adición de una disolución basada en agua para emulsionar el material vegetal para formar una suspensión durante una etapa del sistema de molienda 22, seguido de una etapa de primera prensa 26 y de una etapa de lavado 28. Tal como se muestra en la FIG. 1A, después de la etapa de lavado 28, el sistema de disolución química 24 puede comprender,  
20 además, hacer pasar el material vegetal emulsionado a través de una etapa de segunda prensa 30, o de etapas de prensa adicionales posteriores (no mostradas). El sistema de disolución química 24, tal como se describe, dará como resultado un producto sólido que contiene un subproducto de biomasa denominado "bagazo" y una suspensión del homogeneizado líquida que contiene disolución basada en agua y látex diluido procedente de material vegetal molido. Además del agua, el sistema de disolución química 24 contiene un tampón tal como  
25 hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), hidróxido de potasio ( $\text{KOH}$ ), hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) o bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Se pueden utilizar también otros tampones, por ejemplo, Tris y Trizma.

El sistema de disolución química 24 contiene también, opcionalmente, agentes antimicrobianos, agentes desespumantes o antiespumantes, agentes de blanqueo y/o estabilizadores, dependiendo de la calidad del  
30 producto deseada, de los requisitos de solubilidad, color o de pureza o esterilidad. Además, se pueden utilizar antioxidantes, tales como sulfito de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), hidroxitolueno butilado (BHT), hidroxianisol butilado (BHA), ascorbato, galato de propilo, difenilamina alquilada, bisfenol A polibutilado, para-fenilendiamina alquilada, fenol estirenizado o bisfenol impedido estéricamente. Estos agentes antimicrobianos, agentes desespumantes, agentes de blanqueo, estabilizadores y/o antioxidantes se pueden añadir en diversas etapas en el método descrito en esta  
35 memoria, dependiendo también de la calidad del producto deseada, de los requisitos de estabilidad, color, pureza o esterilidad.

El sistema de disolución química 24 se mantiene a un pH lo suficientemente básico (p. ej. mayor que aproximadamente pH 7,1), pero no tan básico como para convertirse en cáustico (p. ej. menor que  
40 aproximadamente pH 12,5). Se puede utilizar cualquier sistema de disolución química 24 con un pH de aproximadamente 10,0-12,0 para una estabilidad optimizada y un efecto antimicrobiano incrementado. El Ejemplo 1 ilustra un tipo de sistema de disolución química 24.

El sistema de molienda 22 comprende triturar material vegetal en trozos relativamente uniformes en un sistema de  
45 disolución química 24, tal como se ha descrito antes. En una realización, el sistema de molienda 22 tritura trozos de planta homogéneos picados para formar una suspensión emulsionada con una cantidad controlada de disolución química en diferentes lugares en la molienda para extraer el látex, que está contenido en las células del parénquima de la corteza de las plantas. En esta realización, el sistema de molienda 22 fracciona de manera forzada materiales vegetales enteros o parciales en trozos más pequeños, rompe las células de la planta y permite  
50 que el caucho de látex se transfiera al líquido acuoso para su recuperación y purificación. El sistema de molienda 22 incluye un molino en húmedo y una trituradora de martillos según se muestra en el Ejemplo 1.

Tal como se muestra en la FIG. 1A, a la etapa del sistema de molienda 22 le sigue luego la etapa de primer  
55 prensado 26 y la etapa de lavado 28 y la etapa de segundo prensado 30, un ejemplo de lo cual se describe en el Ejemplo 2. Por ejemplo, la tecnología utilizada en la etapa del sistema de molienda 22, la etapa de primer prensado 26, la etapa de lavado 28 y la etapa de segundo prensado 30 puede incluir máquinas comercialmente

disponibles tales como las fabricadas por Brown International (Covina, CA), Amatech Polycel, Inc. (Columbus, OH), Komline-Sanderson Filters (Ogdensburg, NJ), Andritz Bird (Austria) y USFilter/Stranco (Bradley, IL). Adicionalmente, la tecnología utilizada en la etapa del sistema de molienda 22, la etapa de primer prensado 26, la etapa de lavado 28 y la etapa de segundo prensado 30 puede ser vigilada adicionalmente utilizando una balanza de material completa para determinar la cantidad, porcentaje y/o calidad de látex que penetra y sale de cada etapa.

Tal como se muestra en la FIG. 1A, el siguiente componente del sistema de disolución química 24 es la etapa de primer prensado 26. La etapa de primer prensado 26 separa una parte principal del caucho de látex del bagazo. Después del sistema de molienda 22, el caucho de látex resultante se suspende en una disolución acuosa en forma de una emulsión y se separa de la suspensión en emulsión de la biomasa exprimiendo los líquidos de la suspensión en la primera prensa 26. La primera prensa 26 comprende una prensa de husillo para exprimir los líquidos de las plantas o sólidos químicos.

El primer prensado 26 separa las fases líquida y sólida prensado la suspensión de líquido a través de un tamiz. La fase líquida, o suspensión líquida de homogeneizado de látex, atraviesa el tamiz, mientras que la fase sólida, denominada el bagazo, no pasa a través del tamiz. La primera prensa 26 se optimiza para exprimir ajustadamente la máxima cantidad de líquido del bagazo. En una realización, la suspensión de homogeneizado de látex líquida se recoge en un tanque de recirculación (no mostrado), tanque de recogida (no mostrado) o un decantador 32, y el bagazo se desplaza a una zona de recolección separada, por ejemplo dejándolo caer directamente en una lavadora de paletas. La extracción de látex se mide mediante ensayo, por ejemplo utilizando un triturador en húmedo en un sistema cerrado tal como un mezclador de laboratorio de Waring Products (Torrington, CT). Dependiendo de la cantidad de látex extraído durante la etapa de primer prensado 26 y del rendimiento de látex deseado, se pueden omitir la etapa de lavado 28 y la etapa de segundo prensado 30.

Tal como se muestra en la FIG. 1A, después de la etapa de primer prensado 26, con el fin de optimizar la extracción de látex a partir del bagazo, se puede utilizar opcionalmente una etapa de lavado 28 con el fin de separar partículas de látex adicionales atrapadas en el bagazo después de la etapa de primer prensado 26. En al menos una realización, la etapa de lavado 28 utiliza un tanque de agua con una bomba de carga capaz de presurizar las alimentaciones en la maquinaria, permitiendo que el agua haga interfase con cualquier suspensión de homogeneizado de látex de fase líquida resultante que sea desprendida por lavado del bagazo. Por ejemplo, en esta realización, la suspensión de homogeneizado de látex en fase líquida se bombea al mezclador de paletas mediante el uso de solenoides. Generalmente, el método de extracción descrito en esta memoria contiene preferiblemente el número más bajo posible de etapas de lavado 28 (típicamente menos de dos etapas de lavado 28) con el fin de minimizar el uso de agua a través del sistema.

Tal como se muestra en la FIG. 1A, en algunas realizaciones en las que se incluye la etapa de lavado 28 opcional, y el bagazo se hace pasar a través de la etapa de segunda prensa 30 para su procesamiento ulterior, la etapa de segunda prensa 30 puede utilizar un tamiz o tamaño de filtro menor en comparación con la etapa de primer prensado 26, dependiendo de los resultados deseados. La etapa de segunda prensa 30 se utiliza para extraer un mayor rendimiento de látex a partir del bagazo. El líquido que contiene el caucho de látex se recoge por separado en un tanque de recolección o se envía al decantador 32.

Durante la etapa de segunda prensa 30, cualquier suspensión de homogeneizado de látex remanente se separa por prensado del bagazo mediante la segunda prensa 30, y cualquier líquido resultante se separa de nuevo de cualesquiera sólidos remanentes. La fase líquida se bombea a un tanque de recolección o al decantador 32, mientras que el bagazo en fase sólida gotea a otra zona de recolección. A la etapa de segunda prensa 30 le puede seguir, opcionalmente, una etapa de lavado, y pueden repetirse etapas de prensa adicionales (no mostradas). Los ensayos de cuantificación se llevan a cabo después de cada una de las etapas de prensa, y de nuevo después de la etapa de prensa final (p. ej. la etapa de segunda prensa 30).

Después de la etapa de prensa final (p. ej. la etapa de segunda prensa 30), el bagazo se recoge y se desplaza a una zona de recolección y reutilización de biomasa 52 para uso tal como en procesos de fabricación secundarios que incluyen extracción de resinas, combustibles, tableros de aglomerados y etanol. Por ejemplo, el bagazo se puede procesar mediante una bio-refinería para formar una diversidad de ligninas o resinas y utilizar en una diversidad de productos tales como bioadhesivos, revestimientos, bioplaguicidas, agentes antifúngicos y agentes

antitermíticos. El bagazo también se puede procesar para formar celulosa o hemicelulosa y utilizar para una diversidad de biocombustibles tales como etanol, y otros bioproductos tales como aislamiento. Otros productos producidos en esta etapa de fabricación secundaria pueden incluir nódulos de combustible, troncos para chimeneas, tejas para techos interiores, materiales de construcción, equipo para terrenos deportivos y solado.

5 Cualquier bagazo, ya sea intacto o desprovisto de la resina, también se puede esparcir de nuevo sobre campos agrícolas en forma de mantillo o vender comercialmente en forma de mantillo.

Tal como se muestra en la FIG. 1B, después de la etapa de prensa final (p. ej. la etapa de segunda prensa 30), y de la separación del bagazo a la zona de recolección y reutilización de biomasa 52, el homogeneizado de látex líquido resultante se transfiere luego opcionalmente a un tanque de recolección (no mostrado) o al decantador 32.

A pesar de ser opcional, la etapa del decantador 32 separa la cantidad máxima de sólidos indeseables en el látex, al tiempo que conserva la cantidad máxima de látex. La disminución de la cantidad de sólidos indeseables aumenta la eficacia al reducir el atascamiento en etapas posteriores (p. ej. la etapa de primera prensado 28 y/o la etapa de segunda prensa 30). Por ejemplo, sin la etapa del decantador 32, los sólidos no separados del látex pueden finalmente acortar los ciclos operativos y pueden provocar un tiempo de parada indeseable y una pérdida de látex. Los sólidos indeseables también pueden afectar al almacenamiento y la estabilidad del látex.

La transferencia al decantador 32 puede ser de forma directa a partir de la última etapa de la prensa de husillo (p. ej. la etapa de segunda prensa 30), a partir de un tanque de recirculación o almacenamiento, directamente a partir de la primera prensa 26 o a partir de una combinación de estas fuentes (p. ej. una combinación de homogeneizado procedente de la primera prensa 26 y de la segunda prensa 30) que se mezclan juntas antes de la decantación.

En una realización alternativa, el homogeneizado procedente de la etapa de primera prensa 26 se procesa ulteriormente, mientras que el homogeneizado procedente de la etapa de segunda prensa 30 se vuelve a hacer recircular a la etapa del sistema de molienda 22 en forma de un medio de molienda acuoso, tras lo cual todo homogeneizado con contenido en látex resultante se cicla hacia el decantador 32. El decantador 32 puede comprender una centrifuga, tanque u otro separador.

El decantador 32 puede incluir cualesquiera sistemas de separación de fases físico o mecánico, utilizados para separar el látex que contiene la fase líquida a partir de productos de desecho que contienen una fase sólida, consistentes en materiales en partículas no cauchoides finos que no fueron separados en etapas previas. Ejemplos del decantador 32 incluyen decantadores de centrifuga fabricados por Westphalia (Alemania), Alfa Laval (Suecia) y Sharples (Reino Unido). Por ejemplo, en una realización, un proceso de decantador 32 basado en centrifuga puede separar aproximadamente 80-85% de los sólidos indeseables sin separar látex alguno, en aproximadamente 30 segundos de centrifugación. Los decantadores centrífugos 32 proporcionan los beneficios de un funcionamiento continuo y de una rápida separación de sólidos, pero éstos no son el único tipo de decantador 32 capaz de llevar a cabo esta etapa. En otras realizaciones, se pueden utilizar otros tipos de equipo de decantador 32 para la decantación tales como otros sistemas de filtración (p. ej. un filtro o una serie de filtros accionados por un sistema de correas) u otros procesos.

Durante la decantación, el líquido homogeneizado con contenido en látex (recogido de cualesquiera de las etapas 22-30 previamente descritas) se hace pasar a través del decantador 32 para separar sólidos vegetales toscos de los líquidos en emulsión del látex. El decantador 32 separa materiales sólidos de fases líquidas (p. ej. a través de centrifugación). En diversas realizaciones, se pueden añadir aditivos opcionales tales como estabilizadores, agentes antiespumantes o agentes desespumantes al homogeneizado de látex líquido clarificado durante o después de la etapa del decantador 32, con el fin de reforzar las propiedades químicas o físicas específicas de las partículas de látex durante el tratamiento subsiguiente utilizando la centrifugación. En realizaciones alternativas de la invención, no se añaden compuestos estabilizantes.

Los sólidos del bagazo procedentes del decantador 32 se pueden recoger para uso como un material de alimentación para procesos de fabricación secundarios, incluidos extracción de resinas, combustible, tableros de aglomerados y etanol. Los sólidos del bagazo que se recogen en la zona de recolección y reutilización de sólidos 52 se pueden combinar con el bagazo, la corteza, las hojas o los tallos recogidos en etapas previas, utilizados separadamente como material de alimentación para procedimientos secundarios, o se pueden desechar.

En diversas realizaciones, el decantador 32 tiene también la capacidad de deshidratar el líquido. La deshidratación implica separar agua u otros desechos acuosos a partir del látex a la zona de recuperación de agua residual 54 con el fin de concentrar eficazmente la emulsión del caucho de látex. En una realización de este tipo, una corriente de emulsión de látex concentrado sale del decantador 32 y se transfiere a un recipiente de almacenamiento (no mostrado) para su mantenimiento, o se envía directamente a un primer separador 34.

Tal como se muestra en la FIG. 1B (un ejemplo el cual se describe en el Ejemplo 3), después de la etapa del decantador 32, el líquido homogeneizado con contenido en látex se alimenta a una serie de separadores, incluido el primer separador 34, un primer concentrador de látex 36 y un segundo concentrador de látex 38. Las etapas 34-38 se llevan a cabo opcionalmente para separar adicionalmente sólidos finos de la emulsión y concentrar la emulsión de caucho de látex, separando agua u otro desecho acuoso a la zona de recuperación de agua residual 54. Partículas de sólidos de tamaño más fino, que no fueron separadas por el decantador 32, se separan por parte del primer separador 34. La etapa de primer separador 34 evita el atascamiento en el primer concentrador 36 de látex y en el segundo concentrador 38 de látex.

El primer separador 34 puede consistir en cualquier sistema de separación de fases físico o mecánico utilizado para separar un látex que contiene la fase ligera y productos de desecho que contienen la fase pesada. Dependiendo de los requisitos de calidad y producción deseados, después de la etapa de primer separador 34, el látex que contiene la fase ligera resultante se puede concentrar adicionalmente en una o más etapas de concentrador. Por ejemplo, el látex que contiene la fase ligera se concentra adicionalmente en un primer concentrador 36 de látex y en un segundo concentrador 38 de látex tal como una centrífuga a alta velocidad Alfa Laval Latex 2000.

Sin embargo, se entiende en una realización que se utiliza un único concentrador de látex, mientras que en otras realizaciones se utilizan múltiples concentradores de látex para múltiples etapas de concentración. Se entiende también que múltiples etapas de concentración de látex se pueden llevar a cabo en un solo concentrador de látex. En otra realización, se utilizan dos concentradores de látex para llevar a cabo tres o más etapas de concentración de látex. Por ejemplo, se realizan segunda y tercera concentraciones utilizando el segundo concentrador de látex 38, según se ilustra en el Ejemplo 4.

En el primer concentrador de látex 36 y/o el segundo concentrador de látex 38, la fase ligera se puede mezclar con una disolución química adicional, según se describe más específicamente en el Ejemplo 3. En diversas realizaciones, el látex que contiene la fase ligera se puede almacenar en uno o más tanques intermedios (no mostrados en la FIG. 1A o 1B), entre la etapa del primer separador 34, la etapa del primer concentrador 36 de látex y/o la etapa del segundo concentrador 38 de látex. En diversas realizaciones, el primer concentrador 36 de látex y/o el segundo concentrador 38 de látex, individualmente o ambos, tienen una característica de descarga para liberar los sólidos acumulados con el fin de evitar un atascamiento.

El primer concentrador 36 de látex comprende cualquier sistema de separación de fases químico o mecánico utilizado para separar agua y concentrar la emulsión de látex tal como mediante centrifugación a alta velocidad. En una realización, el primer concentrador 36 de látex es una centrífuga a alta velocidad personalizada, hecha específicamente para la concentración del látex, tal como concentradores centrífugos del látex a alta velocidad de Alfa Laval y Westphalia. Durante esta etapa, se pueden añadir disoluciones químicas para mejorar la calidad del látex. Por ejemplo, en el primer concentrador 36 de látex, la emulsión de caucho de látex se puede diluir con una disolución química para ayudar a separar las proteínas solubles y/u otras impurezas y para separar agua adicional, y después se puede concentrar mediante separación centrífuga.

Tal como se muestra en la FIG. 1B, el agua residual y las impurezas procedentes del primer concentrador 36 de látex se transfieren a la zona de recuperación y reutilización de agua residual 54. Después de abandonar el primer concentrador 36 de látex, el caucho de látex concentrado se transfiere luego opcionalmente para el almacenamiento (no mostrado) y se analiza en cuanto a la concentración y calidad del producto. Si el producto está lo suficientemente concentrado y las proteínas solubles y otras impurezas han sido adecuadamente separadas, después del primer concentrador 36 de látex, basado en ensayos de látex tal como se muestran en el Ejemplo 7, será transferido a un sistema de almacenamiento 50 del producto final para su transporte a los compradores. En los casos en los que se requiera una concentración y/o purificación adicionales, el producto será enviado al segundo concentrador 38 de látex.

Al igual que con el primer concentrador 36 de látex, el segundo concentrador 38 de látex también comprende cualquier sistema de separación de fases físico o mecánico utilizado para separar el agua y concentrar la emulsión de látex, tal como mediante centrifugación a elevada velocidad. En una realización, el segundo concentrador de látex 38 es también una centrífuga de alta velocidad personalizada, específicamente hecha para la concentración de látex, tal como concentradores centrífugos de látex de alta velocidad de Alfa Laval y Westphalia. Durante esta etapa se pueden añadir disoluciones químicas para mejorar la calidad del látex. Por ejemplo, en el segundo concentrador 38 de látex, la emulsión de caucho de látex se puede diluir con una disolución química para ayudar a separar las proteínas solubles y otras impurezas y para separar agua adicional, y después concentrar mediante separación centrífuga. Tal como se muestra en la FIG. 1B, el agua residual y las impurezas procedentes del segundo concentrador 38 de látex se transfieren también a la zona de recuperación y reutilización de agua residual 54. El rendimiento en la emulsión se mide utilizando el contenido en sólidos totales del látex en mg/ml, secado gravimétricamente y pesado, según se describe con mayor detalle en el Ejemplo 3.

Después de abandonar el segundo concentrador 38 de látex, el caucho de látex concentrado se transfiere luego para el almacenamiento (no mostrado) y se analiza en cuanto a la concentración y calidad del producto. Si el producto está lo suficientemente concentrado y las proteínas solubles y otras impurezas han sido adecuadamente separadas, después del segundo concentrador de látex a alta velocidad, el producto será transferido a un almacenamiento del producto final para el envío a los consumidores en diversos embalajes. Después de la concentración del látex, el producto de látex resultante está listo para un uso de procesamiento en el que tiene un intervalo de pH de aproximadamente pH 8,0 a pH 11,0 y un contenido en caucho seco ("DRC" – siglas en inglés) de más de 40%, basado en técnicas de ensayo convencionales, por ejemplo según se describe en el Ejemplo 3.

Para usos de procesamiento generales tales como la producción de guantes, el DRC del producto de látex se considera aceptable cuando la relación de peso a volumen es igual a o mayor que 40%. Por ejemplo, una parte alícuota de 100 ml de látex líquido que resulta en 40 g de caucho seco cuando se seca tendría un DRC de 40%. Si la emulsión de látex requiere una concentración adicional, el material será concentrado ulteriormente utilizando la centrifugación, o será transferido en forma de alimentación para las etapas de formación de crema 40-46 del proceso.

El sistema de formación de crema comprende etapas de formación de crema 40-46, tal como se muestra en la FIG. 1B, de la que una realización se describe adicionalmente en Ejemplo 5. El sistema de formación de crema cumple una función similar al sistema de concentración descrito en las etapas 34-38. Ambos sistemas son etapas de concentración adicionales que aumentan la concentración del látex sin afectar a la concentración de los componentes solubles en la fase acuosa del látex. Ambos sistemas aumentan el volumen del látex, al tiempo que disminuyen el volumen acuoso, y ambos sistemas requieren de varias diluciones que separan por lavado solutos y látex re-concentrado. Sin embargo, separaciones eficaces con centrífugas se vuelven poco prácticas después de que los componentes solubles y los estabilizadores coloidales desciendan por debajo de determinados niveles. A un cierto nivel, el látex es tan "limpio" que se coagula bajo la fuerza centrífuga, haciendo necesaria la adición de tensioactivos potentes o la concentración de fuerzas no cizallantes.

El proceso de formación de crema permite lavados adicionales y una re-concentración utilizando la gravedad normal, si es necesario, después de haberse vuelto poco práctica la centrifugación. En un ejemplo del sistema, las etapas de formación de crema 40-46 se realizan en una serie de recipientes de acero inoxidable cilíndricos, de fondo cónico, de paredes rectas, verticales y de 6056 l (1600 galones). En otras realizaciones, se pueden utilizar otros tipos de recipientes.

Tal como se muestra en la FIG. 1B, el sistema mezclador 40 de la solución de formación de crema está constituido por un equipo para preparar tandas de disolución a añadir al tanque de mezclado de crema 42, seguido de un primer sistema de sedimentación de crema 44 y un segundo sistema de sedimentación de crema 46. Sistemas de sedimentación de crema y etapas de tanque de mezclado de crema 42 adicionales y opcionales (no mostrados en la FIG. 1B) se pueden realizar opcionalmente en función de los resultados deseados. Después del sistema de sedimentación final, la capa de sobrenadante de látex remanente se transfiere a una zona 48 del tanque del producto de látex en donde se realiza el ensayo sobre el producto final para determinar el intervalo de pH y el contenido en caucho seco.

La disolución en el sistema mezclador de disolución de crema 40 está constituida por un coagulante, varios

estabilizantes y un antioxidante. El sistema mezclador de disolución de crema 40 permite que la emulsión del caucho de látex se separe en fases con el agua hasta que alcance la concentración deseada (p. ej. una concentración del 50-60% en peso de caucho de látex en agua) y separa también proteínas e impurezas indeseables. El contenido del sistema mezclador de disolución de crema 40 se bombea al tanque de mezcladura de crema a través de diversos métodos, por ejemplo, mediante transferencia discontinua.

El tanque de mezcladura de crema 42 es un recipiente para la concentración adicional de látex. En una realización, el tanque de mezcladura de crema 42 es un recipiente agitado con calentamiento y enfriamiento para controlar la temperatura. En una realización, la temperatura se mantiene entre 20-30°C. De acuerdo con otras realizaciones, la formación de crema se producirá a temperaturas fuera de este intervalo o sin los controles de temperatura.

En una realización, el contenido del sistema mezclador de disolución de crema 40 y el producto de la etapa del segundo concentrador 38 de látex se reúnen en el tanque de mezcladura de crema 42. En esta realización, el contenido reunido del tanque de mezcladura de crema 42 se agita luego para una mezcladura a fondo, y la temperatura se ajusta al intervalo de 20-30°C.

Tal como se muestra en la FIG. 1B, después de la agitación en el tanque de mezcladura de crema 42, el contenido se transfiere luego a un primer sistema de sedimentación de crema 44. En una realización, el primer sistema de sedimentación de crema 44 comprende uno o más tanques aislados no agitados, aislados para mantener una temperatura interna del contenido de 20-30°C. En otras realizaciones, el primer sistema de sedimentación de crema 44 se produce a temperaturas fuera de este intervalo, o sin los controles de temperatura.

La duración del primer sistema de sedimentación de crema 44 depende del volumen de los tanques y de otros factores medioambientales. El primer sistema de sedimentación de crema 44 se completa después de que la fase acuosa en el fondo (típicamente de color pardo) se separe de la fase de caucho de látex superior (típicamente de color verdoso). La capa acuosa se decanta a la zona de recuperación y reutilización de agua residual 54. La capa superior que contiene una fase de caucho de látex se transfiere de nuevo al tanque de mezcladura de crema 42 en que la fase de caucho de látex se mezcla de nuevo con un sistema mezclador de disolución de crema 40 adicional constituido por un coagulante, varios estabilizadores y un antioxidante.

Tal como se muestra en la FIG. 1B, después del segundo período de agitación en el tanque de mezcladura de crema 42, el contenido se transfiere luego al segundo sistema de sedimentación de crema 46 que también comprende uno o más tanques aislados y no agitados, aislados para mantener una temperatura interna del contenido de 20-30°C. En una realización, el segundo sistema de sedimentación de crema 46 comprende uno o más tanques aislados y no agitados, aislados para mantener una temperatura interna del contenido de 20-30°C. En otras realizaciones, el segundo sistema de sedimentación de crema 46 se produce a temperaturas fuera de este intervalo, o sin los controles de temperatura.

La duración del segundo sistema de sedimentación de crema 46 depende también del volumen de los tanques y de otros factores medioambientales. De nuevo, el segundo sistema de sedimentación de crema 46 separa la emulsión de caucho de látex del agua y separa proteínas e impurezas indeseables. Como antes, la capa acuosa se decanta a la zona de recuperación y reutilización de agua residual 54. La capa superior que contiene una fase de caucho de látex se transfiere a la zona de tanque del producto de látex 48 para su ensayo y, finalmente, se transfiere al sistema de almacenamiento de producto final 50.

Las propiedades físicas y la composición del producto de látex se pueden vigilar en una o más fases en el procedimiento, según se describe antes (p. ej. después de la segunda prensa 30, después de la etapa del decantador 32, después de la primera etapa del separador 34, después de la concentración, después de la formación de crema o en otras fases en el procedimiento). En el Ejemplo 7 se muestra un método de ensayo.

Generalmente, cualquier látex extraído para usos industriales o médicos, incluido el de la presente descripción, se ensaya en cuanto a su conformidad con las especificaciones para las normas de la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales ("ASTM") para la norma D1076-02, tal como se muestra en la Tabla 1 que figura más abajo. Específicamente, la Tabla 1 muestra la norma estándar D1076-02 para Látex Natural Concentrado en Caucho, Conservado en Amoníaco, Cremoso y Centrifugado. En una realización, el látex extraído se ajusta a D1076-02 tipo 1. En otra realización, el látex se ajusta a D1076-02 tipo 3.

Tipo	Descripción
Tipo 1	Látex natural centrifugado, conservado con amoniaco solamente o mediante formaldehído seguido de amoniaco
Tipo 2	Látex natural cremoso, conservado con amoniaco solamente o mediante formaldehído seguido de amoniaco
Tipo 3	Látex natural centrifugado, conservado con bajo contenido en amoniaco con otros conservantes necesarios

Tabla 1

5 En otras realizaciones, el látex extraído se ajusta a las especificaciones incluidas en los valores estándar de ASTM para látex de caucho natural, incluidos los sólidos totales, el contenido en caucho seco, alcalinidad, viscosidad, contenido en sedimentos, contenido de coágulo, índice de KOH, pH, estabilidad, niveles de cobre y manganeso, densidad, ácidos grasos volátiles y similares, tal como se muestra en la Tabla 2 que figura más abajo. En otras realizaciones, las propiedades y características específicas del látex extraído difieren de las listadas en las especificaciones de ASTM D1076-02. Por ejemplo, esto se puede deber a las diferencias de las propiedades inherentes entre la fuente de látex derivada de *Hevea*, hacia las cuales se dirigen los valores convencionales, a valores de una fuente de látex no derivada de *Hevea*.

10

15

Propiedades	Producto de látex tamponado con KOH	Producto de látex tamponado con KOH	Producto de látex amoniacado	Producto de látex amoniacado
Etapas de procesamiento final	Centrifugado	Centrifugado y con crema	Centrifugado	Centrifugado y con crema
Contenido en sólidos totales (%)	48,0	54,0	48,0	54,0
Contenido en caucho seco (%)	47,0	53,0	47,0	53,0
Alcalinidad total, KOH como % de látex	0,10	0,40	0,10	0,40
Viscosidad a 43% de TSC, cps	20,0	150,0	20,0	150,0
Sedimentos, % en peso	-	0,07	-	0,07
Coágulo, % en peso	-	0,02	-	0,02
pH	11,0	13,0	11,0	13,0
Estabilidad mecánica a 43% de TSC, segundos	100,0	600,0	100,0	600,0
Cobre (ppm)	-	6,0	-	6,0
Manganeso (ppm)	-	6,0	-	6,0
Densidad (mg/m <sup>3</sup> )	0,940	0,960	0,940	0,960
Color	blancuzco, beis	blancuzco, beis	blancuzco, beis	blancuzco, beis
Olor	sin olor	sin olor	suave olor a amoniaco	suave olor a amoniaco

Tabla 2

20 La pureza del producto de látex final se somete a ensayo determinando la concentración de la proteína en la fase acuosa del látex, a través de técnicas convencionales tales como el análisis de proteínas del látex según ASTM D5712 y el análisis de las proteínas antigénicas de *Hevea* según ASTM 6499. Los requisitos de pureza o composición globales dependen del uso del producto de látex final; sin embargo, generalmente, un patrón de referencia para el producto final incluye conformación general a los patrones ASTM D1076-02 o un porcentaje del contenido en caucho seco por encima de una concentración de caucho de látex del 40% en peso en agua.

Látex de calidad de la especificación ASTM se puede almacenar en el sistema de almacenamiento de producto final 50 en tanques agitados a 4°C durante un período de tiempo indefinido. Se pueden añadir estabilizadores u otros agentes dependiendo de los requisitos de comportamiento del producto de aguas abajo. El látex se puede envasar en recipientes de transporte individuales, o transportar a granel en camiones refrigerados, buques cisterna, barcas, vagones y similares. Aplicaciones típicas del método descrito en esta memoria incluyen guantes quirúrgicos o de reconocimiento, adhesivo médico, productos de látex para el cuidado de heridas, catéteres u otro equipo o dispositivos médicos en los que se requiere una solución clínicamente demostrada a los serios riesgos sanitarios impuestos por el látex de caucho tropical.

#### 10 Ejemplo 1: Sinterización y molienda de la disolución química antioxidante de amoníaco

Una disolución antioxidante de amoníaco basada en agua ("AAO" – siglas en inglés) que contenía 695 mL/L de hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) y el agente de blanqueo antimicrobiano 1 g/L de sulfito de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) se mezcla con agua mediante inyección. AAO se almacena a un pH 10,5 en tanques de 189 l (50 galones), o se procesa alternativamente a través del sistema sin almacenamiento, a un pH de 10,0. El AAO se bombea al sistema de molienda 22 mediante el uso de solenoides y se reúne con materiales de la planta de guayule en un molino húmedo. Los materiales vegetales se emulsionan para formar una suspensión. El sistema de molienda 22 comprende un molino húmedo y, más específicamente, un triturador MP-30 de Schutte-Buffero Pulverizer Co. (Buffalo, NY), que acepta material vegetal, transportado a una tolva del MP-30 y corta a la planta en trozos relativamente uniformes de 7,62-15,24 cm (3-6 pulgadas). El sistema de molienda 22 comprende, además, un transportador de cinta que transfiere los trozos de guayule triturados a una trituradora de martillos Shutte-Buffero 1320 para la trituración mediante martillos.

#### 25 Ejemplo 2: Sistema de molienda y etapas de prensado

A continuación de las etapas del sistema de molienda 22, descritas en el Ejemplo 1, los materiales vegetales de guayule se prensan en una etapa de primera prensa 26, que comprende una barrena helicoidal y una prensa de husillo Brown International, que prensa la suspensión líquida a través de un tamiz para separar la fase líquida, el homogeneizado de AAO/látex diluido a partir de la fase sólida. El bagazo de la fase sólida no atraviesa el tamiz. La suspensión de homogeneizado líquido de AAO/látex diluido se recoge en un tanque de recirculación y el bagazo gotea directamente a una lavadora de paletas de Compak Systems, CS Processing Engineering Ltd. (Lincoln, Inglaterra).

Cualesquiera partículas remanentes de látex se separan por lavado del bagazo en la lavadora de paletas Compak Systems mediante una corriente presurizada de agua procedente de un tanque de agua. Más específicamente, el tanque de agua utilizado en la etapa de lavado 28 tiene una bomba de carga fijada a una fuente de solenoide a alta presión, que hace interfase del agua con el material del homogeneizado y bombea el homogeneizado de AAO/látex a la lavadora de paletas Compak Systems.

Después de la etapa de lavado 28, los materiales vegetales de guayule se prensan luego en una etapa de segunda prensa 30, que comprende hacer pasar la suspensión de homogeneizado AAO/látex diluido a otra prensa de husillo en la que el líquido se separa de nuevo de cualesquiera sólidos remanentes. El homogeneizado de AAO/látex diluido resultante se bombea a un tanque de recirculación, al tiempo que el bagazo gotea a una barrena helicoidal de Com-Pak International.

Finalmente, el homogeneizado de AAO/látex diluido líquido en el tanque de recirculación se bombea a un decantador 32 de Alfa Laval (Suecia), en donde los homogeneizados de látex procedentes de las etapas de primera prensa 26 y segunda prensa 30 se mezclan entre sí antes de ser tratados ulteriormente. El bagazo procedente de la etapa de primera prensa 26 y de la etapa de la segunda prensa 30 se combina también en la zona de recolección y reutilización de la biomasa 52, y se procesan ulteriormente para otros usos secundarios. Agentes floculantes poliméricos, estabilizantes y agentes antiespumantes se añaden al homogeneizado líquido de AAO/látex diluido en la decantadora 32 para una estabilidad incrementada y una formación de espuma disminuida.

#### 55 Ejemplo 3: Separación y concentración

Después de las etapas de prensado y decantación, según se describe en el Ejemplo 2, se mide el homogeneizado

de látex para determinar el porcentaje de látex presente (de manera deseable, aproximadamente 0,01% a 1% después de la decantación) y se transfiere desde la decantadora 32 al primer separador 34, una centrífuga de alta velocidad Alfa Laval PX-510, y se centrifuga durante aproximadamente 15 segundos o menos.

5 El primer separador 34 separa el homogeneizado de látex en un látex que contiene una fase ligera y productos de desecho que contienen una fase pesada. La fase pesada se retira de la zona de recuperación de agua residual 54 en la que los productos de desecho se reciclan para uso en calidad de un medio de molienda o para una limpieza ulterior utilizando tratamientos de purificación del agua convencionales. Después del primer separador 34, se mide el homogeneizado de látex para determinar el porcentaje de látex presente. Preferiblemente, éste es de  
10 aproximadamente 1% después de la etapa del primer separador 34.

Después de haber sido separado en el primer separador 34, el látex que contiene una fase ligera se bombea a un tanque intermedio (no mostrado en la FIG. 1B) y se mezcla con AAO a través de un tanque de AAO (no mostrado en la FIG. 1B) que fluye directamente al tanque intermedio. La fase ligera se bombea luego al primer concentrador de látex 36, un Alfa Laval Latex 2000 de alta velocidad, optimizado para el látex de guayule, con el fin de concentrar adicionalmente el látex. Cantidades en exceso del látex que contiene una fase ligera, que pasaron a través del sistema, se vuelven a hacer funcionar bombeando la fase ligera a otro tanque intermedio en donde se mezcla con AAO adicional, a través de un tanque de AAO que fluye directamente a un tanque intermedio (no  
15 mostrado en la FIG. 1B). El homogeneizado de látex se testa luego para determinar el porcentaje de látex presente, de forma deseable, aproximadamente 10% o más en este punto.  
20

El homogeneizado se hace luego discurrir a través del segundo concentrador 38 de látex, un Alfa Laval Latex 2000 de alta velocidad, optimizado para el látex de guayule. Después de esta etapa del segundo concentrador 38 de látex, el pH se testa y determina. Resultados típicos para la etapa del segundo concentrador 38 de látex son un  
25 producto de látex con pH final de aproximadamente 10,5. El contenido en caucho seco se determina después gravimétricamente, en donde una parte alícuota del látex líquido, de volumen conocido, se seca para separar sustancialmente todo el contenido de humedad y se pesa, y se realiza una determinación en cuanto a que el material requiera un procesamiento ulterior con el sistema de formación de crema, según se describe más abajo. Después de la etapa del segundo concentrador 38 de látex, el porcentaje de látex presente es, de forma deseable,  
30 aproximadamente 40 a 50% o más.

#### Ejemplo 4: Concentración en tres pasos

En algunas realizaciones de la presente descripción, se realizan más de dos concentraciones, también denominadas "pasos", a través de un concentrador de látex. En una realización, se realiza una tercera  
35 concentración. En un ejemplo, esta tercera concentración, a la que aquí se alude también como el "tercer paso" se realiza con el segundo concentrador de látex 38, un Alfa Laval Latex 2000 de alta velocidad optimizado para el látex de guayule. En este ejemplo, el látex se recoge y se añade una dilución adicional de 16:1 de AAO y tensioactivo a la fase ligera procedente de la segunda concentración (o segundo paso) en un tanque, y una dilución  
40 32:1 que se diluyó previamente a razón de 5:1.

En este ejemplo, el subnadante de látex procedente del tercer paso era de un color mucho más translúcido que el segundo paso. La fase ligera del tercer paso dio como resultado un contenido en sólidos totales de aproximadamente 55%. De acuerdo con este ejemplo, el mantenimiento de una dilución 16:1 de látex se lleva a  
45 cabo preferiblemente en un tercer paso.

#### Ejemplo 5: Formación de crema

Después de las etapas descritas en el Ejemplo 3, el ensayo puede indicar que el producto requiere una  
50 concentración adicional. Látex que contiene fase ligera se bombea a un tanque de mezcladura de crema 42 de 397 l (105 galones) y se combina con una mezcla en solución de crema que contiene alginato de sodio al 0,1% procedente del sistema mezclador de disolución de crema 40. Después de esta etapa de mezcladura, el contenido se transfiere al primer sistema de sedimentación de crema 44, y se deja que se sedimente en un tanque aislado y no agitado, aislado para mantener una temperatura interna del contenido de 20-30°C. Después de la  
55 sedimentación, la capa residual acuosa subnadante se drena a la zona de recuperación y reutilización de agua residual 54. La capa de sobrenadante de látex remanente se transfiere de nuevo al tanque de mezcladura de crema

42, en el que el tanque de mezclado de crema 42 se rellena con disolución de alginato de sodio al 0,1% y se mezcla. Después de esta etapa de mezclado, el contenido se transfiere al segundo sistema de sedimentación de crema 46 y se deja sedimentar en un tanque no agitado, aislado para mantener una temperatura interna del contenido de 20-30°C. Después de la sedimentación, la capa residual acuosa subnadrante se drena de nuevo a la zona de recuperación y reutilización de agua residual 54. Estas etapas se repiten, las veces que sea necesario, para lavar las proteínas solubles del látex. En los casos en los que el tanque mezclador de crema 42 se rellena seis veces para concentrar adicionalmente al látex y separar los subnadrantes, resultó un producto de látex con un pH final de aproximadamente 10,5.

En diversas realizaciones, los procedimientos descritos en esta memoria se vigilan mediante un sistema de control (no mostrado en las FIGS. 1A o 1B), un ejemplo del cual se describe en el Ejemplo 6. En diversas realizaciones, este sistema de control regulará y/o vigilará la temperatura, las condiciones del proceso, el volumen, la entrada y salida de agua o productos químicos, la salida de producto y/o la recolección de desechos a través de una serie de bombas, ordenadores y caudalímetros, según se requiera por el sistema específico.

#### Ejemplo 6: Sistema de Control

Un ejemplo del sistema de control para el procedimiento descrito en esta memoria es por medio de un Centro de Control Motriz ("MCC" – Motor Control Center), unido a un Centro Lógico Programado ("PLC"- Programmed Logic Center). El PLC controla el comienzo y la paralización de la maquinaria, a pesar de que las máquinas son capaces de ser asimismo controladas manualmente. Múltiples pH-metros de Yokogawa (Japón) están ligados al PLC. Las localizaciones para los pH-metros incluyen tanques de disolución, tanques de recolección y en el tanque de recirculación para la lavadora de paletas.

Hidróxido de amonio se bombea directamente a las localizaciones de los pH-metros utilizando una bomba dosificadora. Un flujo de hidróxido de amonio se controla con el uso de solenoides ligados al PLC. Las tuberías que conectan los tanques de hidróxido de amonio también están conectadas con el tanque intermedio final antes de la formación de crema, con el fin de controlar el pH final, y esta tubería se controla ya sea manual o automáticamente por parte del PLC.

Dentro del sistema están presentes seis caudalímetros. Estos incluyen dos caudalímetros a turbina Omega (Stamford, CT) FTB792 para vigilar y ajustar el flujo. Los caudalímetros a turbina Omega FTB792 se colocan en la conexión del solenoide-tubería de hidróxido de amonio/agua R/O, y la conexión de la tubería de sulfito de sodio/agua /R/O. En el punto de conexión, el hidróxido de amonio y el sulfito de sodio se mezclan con el agua para inyección.

Un caudalímetro a turbina Omega FPR 132 adicional regula la salida de agua para la mezcla y proporciona una información precisa sobre la cantidad de líquido presente en el sistema a lo largo del proceso. Además, el sistema contiene también tres caudalímetros adicionales, más específicamente caudalímetros magnéticos PROline Promag 50/53 de Endress Hauser (Suiza) para vigilar el homogeneizado.

El sistema contiene, además, múltiples bombas, que incluyen bombas de entrada de velocidad variable, ligadas al PLC, y todas las bombas de salida de velocidad única. Adicionalmente, el sistema de agua a lo largo del proceso tiene un elevado flujo de agua que utiliza un sistema de alta presión R/O de Advanced Water Systems (Santa Cruz, CA), con un flujo de aproximadamente 45,42-52,99 l/min (12-14 galones/minuto). El agua se ablanda según sea necesario con ácido sulfúrico con el fin de mantener un flujo de agua óptimo.

#### Ejemplo 7: Patrones de ensayo

Después de las etapas descritas en los Ejemplos 1-4, el análisis de las proteínas del látex según ASTM se realiza de acuerdo con el protocolo ASTM D5712 y se compara con patrones ASTM D1076-02. El compuesto de látex derivado de guayule se mide para determinar la composición final de cada parámetro de ASTM. Tal como se muestra en la FIG. 1B, la pureza del producto de látex final se testa determinando la concentración de la proteína en la fase acuosa del látex en diversas tandas, indicando un contenido en caucho total de aproximadamente 48-54%, un contenido en caucho seco de aproximadamente 47-53% y una alcalinidad total (KOH como % de látex) de aproximadamente 0,10 a 0,40%. El producto de látex derivado de guayule cumple o excede de los patrones ASTM,

y está listo para el envasado, almacenamiento o fabricación secundaria ulterior para formar productos derivados.

Se prevé además que el procedimiento descrito en esta memoria pueda modificarse para que incluya etapas adicionales tales como procesos de floculación, una diversidad de sistemas de bombeo tales como bombas de desplazamiento positivo, una diversidad de trituradores, centrifugas, tecnología de cribado vibratorio, prensas de husillo, bombas de vacío, sistemas de separación diesel, modificaciones de las formulaciones de formación de crema químicas, y similares. De igual manera, se puede omitir o volver a ordenar un cierto número de etapas descritas en el procedimiento en base al producto deseado y a las características individuales de los materiales vegetales.

- 5
  - 10
- La descripción que antecede de una realización preferida y el mejor modo de la invención conocido por la solicitante en el momento de presentar la solicitud se han presentado y está destinada para los fines de ilustración y descripción.

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un aparato para extraer un látex de caucho a partir de un material vegetal no *Hevea*, en donde el material vegetal es guayule, que comprende:
- una trituradora de martillos (22) en donde la trituradora de martillos es capaz de mezclar material vegetal triturado con un tampón y agua para formar un producto molido constituido por un bagazo y un homogeneizado líquido;
- 10 un sistema de filtración de prensa de husillo (26), acoplado fluidamente con la trituradora de martillos, en donde el sistema de filtración de prensa de husillo es capaz de separar el producto molido en el bagazo y el homogeneizado líquido;
- un tanque de almacenamiento del homogeneizado, acoplado fluidamente al sistema de filtración de prensa de husillo, en donde el tanque de almacenamiento del homogeneizado es capaz de almacenar un homogeneizado líquido constituido por materia vegetal molido, el tampón y agua;
- 15 un sistema de separación de fases (34) acoplado fluidamente al tanque de almacenamiento del homogeneizado, en donde el sistema de separación de fases es capaz de separar el producto homogeneizado líquido en una fase ligera y una fase pesada; y
- un tanque de almacenamiento de biopolímeros, acoplado fluidamente con el sistema de separación de fases, en donde el tanque de almacenamiento de biopolímeros es capaz de almacenar látex de caucho.
- 20
- 2.- El aparato de la reivindicación 1, que comprende, además, un concentrador de biopolímeros (36, 38) acoplado fluidamente al sistema de separación de fases, en donde el concentrador de biopolímeros es capaz de producir látex de caucho a partir de la fase ligera.
- 25
- 3.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, que comprende, además, un sistema de formación de crema (40, 46) acoplado fluidamente al concentrador de biopolímeros, en donde el sistema de formación de crema es capaz de concentrar el látex de caucho y separar los subnadaantes de la fase ligera.
- 30
- 4.- Un método para extraer látex de caucho a partir de un material vegetal no *Hevea*, en el que el material vegetal es guayule, utilizando el aparato de la reivindicación 1, que comprende:
- triturar un material vegetal;
- moler el materia vegetal en una disolución química que incluye agua y un tampón, con lo que la molienda resulta en un producto molido constituido por un bagazo sólido y un homogeneizado líquido, en donde el homogeneizado líquido incluye material vegetal molido, un tampón y agua;
- 35 separar por filtración el bagazo sólido del homogeneizado líquido;
- separar el homogeneizado líquido en una fase ligera y una fase pesada;
- purificar la fase ligera, en donde se separan proteínas solubles; y
- concentrar la fase ligera, en donde la concentración de la fase ligera produce látex de caucho.
- 40
- 5.- El método de la reivindicación 4, que comprende, además, lavar el bagazo, con lo que partículas de látex de caucho adicionales se separan del bagazo.
- 45
- 6.- El método de la reivindicación 4, en el que la disolución química incluye, además, uno o más agentes seleccionados del grupo que consiste en: un estabilizador, un agente floculante polimérico, un agente antimicrobiano, un agente desespumante, un agente de blanqueo y un antioxidante.
- 50
- 7.- El método de la reivindicación 4, que comprende, además, utilizar el bagazo en un proceso de fabricación secundario, en el que el proceso de fabricación secundario se selecciona de un grupo que consiste en: extracción de resina, extracción de lignina, tratamiento de celulosa y tratamiento de hemicelulosa.
- 55
- 8.- El método de la reivindicación 7, en el que el proceso de fabricación secundario proporciona un producto seleccionado del grupo que consiste en: resina, lignina, adhesivo, plaguicida, un agente antifúngico, etanol, un tablero de aglomerados, aislamiento, mantillo, una modificación de la textura del suelo orgánica, nódulos de combustible, troncos para chimeneas, tejas para techos interiores, materiales de construcción, equipo para terrenos deportivos y solado.

9.- El método de la reivindicación 4, que comprende, además, decantar el homogeneizado líquido que incluye centrifugación, en el que se separa el bagazo sólido adicional.

5

10.- El método de la reivindicación 4, que comprende, además, separar agua del homogeneizado líquido.

11.- El método de la reivindicación 4, en el que la purificación de la fase ligera incluye mezclarla con antioxidante de amoníaco.

10

12.- El método de la reivindicación 4, que comprende, además, transformar en crema la fase ligera utilizando una disolución en crema constituida por un coagulante, un antioxidante y un estabilizador, en el que la conversión en crema de la fase ligera incluye concentrar el látex de caucho y separar subnadales de la fase ligera.

15

13.- El método de la reivindicación 4, en el que el material vegetal incluye más de uno por ciento del látex de caucho.

FIG. 1A

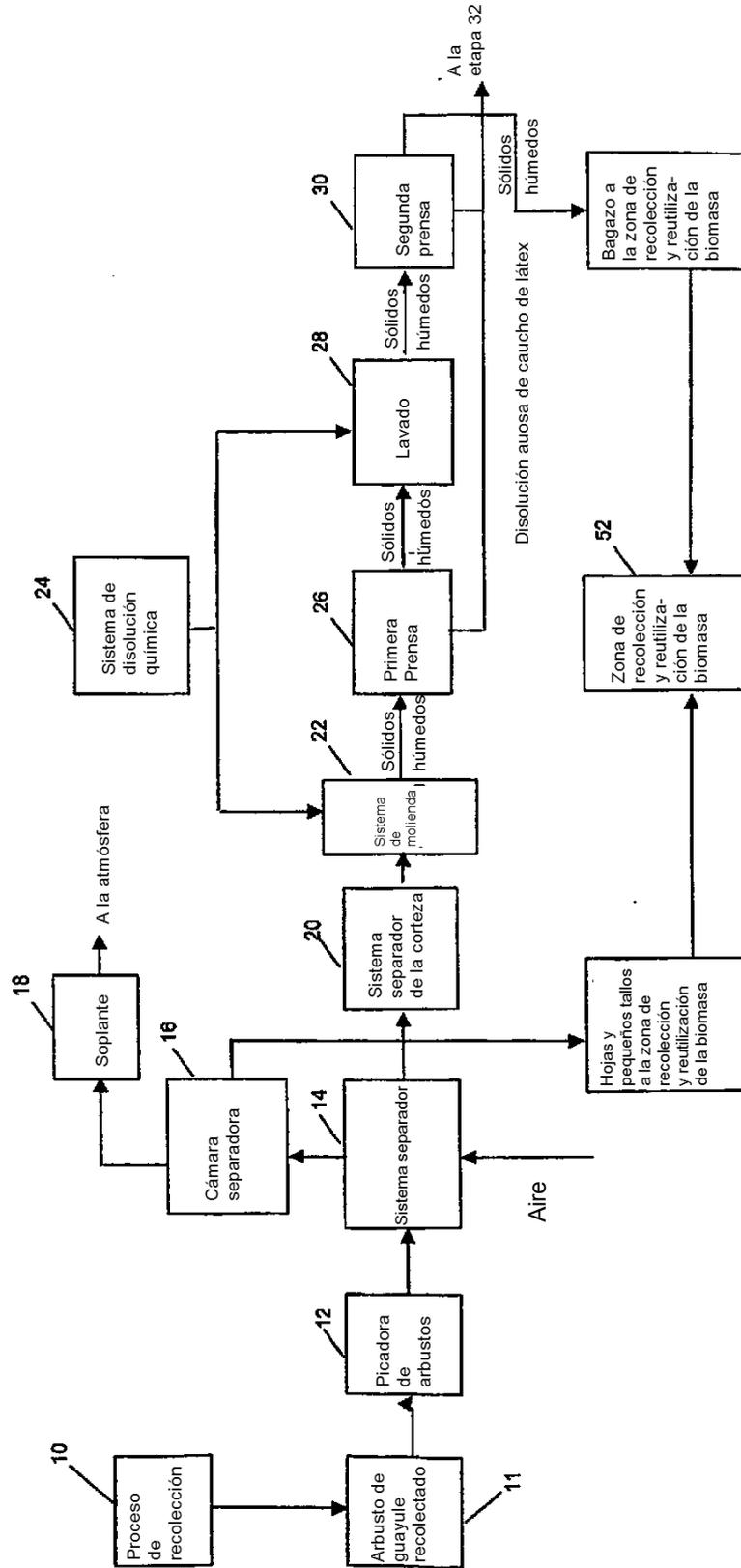


FIG. 1B

