(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 622 362**

(51) Int. Cl.:

C08C 1/04	(2006.01)
C08C 2/06	(2006.01)
B01D 11/04	(2006.01)
C08G 83/00	(2006.01)
C08C 2/02	(2006.01)
C08C 3/02	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2013** **PCT/US2013/029451**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2013** **WO13134430**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2013** **E 13758291 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017** **EP 2822974**

(54) Título: **Procesos para la recuperación de caucho de plantas que no son hevea**

(30) Prioridad:

06.03.2012 US 201261607448 P
06.03.2012 US 201261607460 P
06.03.2012 US 201261607469 P
06.03.2012 US 201261607475 P
06.03.2012 US 201261607483 P
18.06.2012 US 201261660991 P
18.06.2012 US 201261661064 P
18.06.2012 US 201261661052 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.07.2017

(73) Titular/es:

BRIDGESTONE CORPORATION (100.0%)
10-1, Kyobashi 1-chome, Chuo-ku
Tokyo 104, JP

(72) Inventor/es:

HUANG, YINGYI;
SMALE, MARK;
WHITE, ROBERT;
MOURI, HIROSHI y
COLE, WILLIAM

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 622 362 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

Procesos para la recuperación de caucho de plantas que no son hevea

Antecedentes

La planta o árbol *Hevea* (denominada también *Hevea brasiliensis* o árbol del caucho) es una fuente bien conocida de caucho natural (denominado también poliisopreno). Las fuentes de caucho tal como *Hevea brasiliensis*, *Ficus elastica* (árbol del caucho de la India) y *Cryptostegia grandiflora* (enredadera del caucho de Madagascar) producen caucho natural en forma de una savia donde el caucho se suspende en una disolución acuosa que fluye libremente y que se puede recuperar golpeando la planta. Se conocen también diversas plantas que no son *Hevea* que contienen caucho natural, pero su caucho se almacena en el interior de células individuales de la planta (por ejemplo, tallos, raíces u hojas) y no se puede acceder al mismo golpeándolas, sino que solo se puede acceder rompiendo las paredes celulares gracias a medios físicos u otros medios. De esta manera, los procesos para la recuperación de caucho a partir de plantas que no son Hevea generalmente son más complicados y laboriosos que los procesos para la recolección de caucho a partir de árboles de *Hevea*. El documento US 4526959 divulga procesos para extraer caucho y subproductos a partir de guayule y arbustos similares a guayule. El documento US 4616075 divulga un proceso y un producto del mismo para densificar los arbustos de guayule por compresión y formar una pella densificada.

Sumario

Se proporcionan en el presente documento procesos basados en disolventes orgánicos para la recuperación de caucho a partir de plantas que no son *Hevea*. Los procesos son adecuados para su uso en un laboratorio o planta piloto y son escalables a una planta de tamaño comercial que se diseña para recoger grandes cantidades de caucho a partir de plantas que no son *Hevea*.

En una primera realización, se proporciona un método para aumentar la recuperación de caucho a partir de plantas que no son *Hevea*. El método comprende (A) utilizar briquetas que comprenden (i) materia vegetal cortada y comprimida que tiene un tamaño medio de 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos, comprendiendo la materia vegetal, bagazo, caucho, resina y agua residual y (ii) no más de 5% en peso de hojas de una planta que no es Hevea, en el que las briquetas tienen una densidad que es 40-325% mayor que la densidad de la materia vegetal no comprimida; (B) someter las briquetas a un proceso de extracción con un disolvente orgánico por el cual las briquetas se mezclan con al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar para formar una suspensión que contiene 0,5-10% en peso de agua; y (C) procesar la suspensión para retirar el bagazo y la resina y recuperar al menos el 95-99% en peso del caucho presente en las briquetas.

En una segunda realización, se proporciona un proceso de multietapa para la recuperación de caucho a partir de plantas de guayule. En este proceso, inicialmente, se utiliza una suspensión que contiene (i) materia vegetal procedente de arbustos de guayule (donde la materia vegetal comprende bagazo, caucho y resina), (ii) al menos un disolvente orgánico no polar y (iii) al menos un disolvente orgánico polar, donde (ii) y (iii) están presentes en cantidades al menos suficientes para solubilizar la resina y el caucho procedentes de la materia vegetal. La suspensión contiene 10-50% en peso de materia vegetal, 50-90% en peso de (ii) y (iii) combinados, y 0,5-10% en peso de agua procedente de la materia vegetal. La mayoría del bagazo se retira de la suspensión para producir una micela. Opcionalmente, se añade un disolvente orgánico polar adicional, un disolvente orgánico no polar o una combinación de los mismos (cada uno de los cuales puede ser igual o diferente a los utilizados en la suspensión de (a)) a la micela para formar una micela de viscosidad reducida. La cantidad de cualquier disolvente orgánico polar adicional que se añade a la micela es menor que la cantidad que produce la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida. A continuación, se retira el 80-95% en peso del bagazo (basado en el peso total del bagazo presente en la micela de viscosidad reducida o en la micela de la que se había retirado la mayoría del bagazo) de la micela (tanto de la micela de viscosidad reducida resultante de la adición de disolvente(s) adicional(es) como de la micela de la que ya se había retirado la mayoría del bagazo) para formar una micela purificada. La mayoría del bagazo que se retira en esta segunda fase de retirada tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros. Opcionalmente, la micela purificada se trata además para retirar el bagazo adicional produciendo de este modo una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basándose en la cantidad total de bagazo presente en la suspensión); 90-99% del bagazo adicional que se retira tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros. Se aumenta la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con un disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada o en la micela purificada, con el fin de producir la coagulación del caucho presente en las mismas. A partir del caucho coagulado, se produce un caucho sólido purificado. Este caucho sólido purificado es tal que, cuando contiene un 0,8% en peso de materia volátil, contiene también un 0,05-0,5% en peso de suciedad, un 0,2-1,5% en peso de ceniza y un 0,1-4% en peso de resina. Múltiples aspectos del proceso se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC (es decir, se pueden llevar a cabo aspectos diferentes del proceso a la misma temperatura o a temperaturas diferentes) y una presión de 35 a 1000 kPa.

Descripción detallada

Se proporcionan en el presente documento procesos para la recuperación de caucho a partir de plantas que no son *Hevea*. Para facilitar la descripción, los procesos se describen como realizaciones; el uso de esta terminología es solo para facilitar la descripción y no debe interpretarse como limitante de los procesos divulgados.

Definiciones

La terminología que se explica en el presente documento es solo para la descripción de las realizaciones y no debe considerarse como limitante de la invención en su totalidad.

Como se usa en el presente documento, se pretende que la expresión planta que no es *Hevea* englobe plantas que contienen caucho natural dentro de las células individuales de la planta.

Como se usa en el presente documento "bagazo" se usa para referirse a aquella parte de la materia vegetal molida o cortada de una planta que no es *Hevea* que es insoluble y, además, experimenta suspensión en lugar de disolución por parte de disolventes orgánicos. Como se usa en el presente documento, debe entenderse que bagazo incluye suciedad y ceniza, a menos que se especifique lo contrario.

Como se usa en el presente documento, la expresión "materia vegetal" significa material obtenido de una planta que no es *Hevea*. A menos que se especifique lo contrario, la materia vegetal puede incluir raíces, tallos, corteza, material leñoso, médula, hojas y suciedad.

Como se usa en el presente documento, la expresión "material leñoso" significa el tejido vascular y el material meristemático obtenido de una planta que no es *Hevea*. A menos que se especifique lo contrario, el material leñoso no incluye corteza.

Como se usa en el presente documento, el término "corteza" se refiere a la fuerte cubierta dura presente sobre los tallos y las raíces de determinadas plantas que no son *Hevea* (particularmente de tipo leñoso o arbustivo) y debe entenderse que incluye todos los tejidos del exterior del cambium vascular. No todas las plantas que no son *Hevea* tendrán corteza.

Como se usa en el presente documento, el término "resina" significa las entidades químicas que no son caucho que están presentes de forma natural en una materia vegetal que no es *Hevea*, incluyendo, pero no de forma limitativa resinas (tales como terpenos), ácidos grasos, proteínas y materiales inorgánicos.

Como se usa en el presente documento, el término "suciedad" (tal como se usa junto con el caucho sólido purificado producido mediante los procesos divulgados en el presente documento) significa material no vegetal que puede estar asociado a plantas que no son *Hevea*, particularmente tras la recogida, tal como suelo, arena, arcilla y pequeñas piedras. Se puede determinar el contenido de suciedad del caucho sólido purificado volviendo a disolver completamente el caucho sólido y vertiendo la disolución a través de un tamiz de 45 micrómetros. A continuación se enjuaga el tamiz con disolvente adicional y se seca. El peso del material retenido en el tamiz representa el contenido de "suciedad" del caucho sólido purificado.

Como se usa en el presente documento, el término "ceniza" (tal como se usa junto con el caucho sólido purificado producido por los procesos divulgados en el presente documento) significa el material inorgánico (es decir, exento de carbono) que permanece tras incinerar el caucho a 550ºC ± 25ºC.

Como se usa en el presente documento, el término "mayoría" significa más de 50% pero menos de 100%. En determinadas realizaciones, el término significa 51-60% y en otras realizaciones 60-95%.

Como se usa en el presente documento, la frase "materia volátil" se refiere a materia que no es de caucho que puede estar presente en una muestra de caucho sólido purificado, pero que se volatiza a 100 +/- 5ºC (o 160 +/- 5ºC si se sospecha que la muestra de caucho contiene aceites de hidrocarburos volátiles). Un ensayo normalizado para determinar la materia volátil que está presente en una muestra de caucho es el ASTM D1278-91 (1997).

Los procesos

En una primera realización, se proporciona un método para aumentar la recuperación de caucho a partir de plantas que no son *Hevea*. El método comprende (A) utilizar briquetas que comprenden (i) materia vegetal cortada y comprimida que tenga un tamaño medio de 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos (por ejemplo, 0,32 cm (1/8 pulgadas) a 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos, como se describe adicionalmente a continuación), que comprende bagazo, caucho, resina, agua residual y (ii) no más de 5% en peso de hojas de una planta que no es *Hevea*, en el que las briquetas tienen una densidad que es 40-325% mayor que la densidad de la materia vegetal no comprimida; (B) someter las briquetas a un proceso de extracción con un disolvente orgánico por el cual las briquetas se mezclan con al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar para formar una suspensión que contiene 0,5-10% en peso de agua; y (C) procesar la suspensión para retirar el bagazo y la resina y recuperar al menos 95-99% en peso del caucho presente en las briquetas.

En una segunda realización, se proporciona un proceso de multietapa para la retirada de caucho a partir de plantas de guayule. (Como se explica a continuación, en realizaciones alternativas de este proceso, la materia vegetal que se utiliza procede de una planta que no es *Hevea* diferente de una planta de guayule). Inicialmente, se prepara una suspensión que contiene (i) materia vegetal procedente de arbustos de guayule (donde la materia vegetal comprende bagazo, caucho y resina), (ii) al menos un disolvente orgánico no polar y (iii) al menos un disolvente orgánico polar. La suspensión contiene 10-50% en peso de materia vegetal, 50-90% en peso de (ii) y (iii) combinados, y 0,5-10% en peso de agua procedente de la materia vegetal. La mayoría del bagazo se retira de la suspensión para producir una micela. Opcionalmente, se añade un disolvente orgánico polar adicional, un disolvente orgánico no polar o una combinación de los mismos (cada uno de los cuales puede ser igual o diferente a los utilizados en la suspensión de (a)) a la micela para formar una micela de viscosidad reducida. La cantidad de cualquier disolvente orgánico polar adicional que se añade a la micela es menor que la cantidad que produce la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida. A continuación, se retira el 80-95% en peso del bagazo (basado en el peso total del bagazo presente en la micela de viscosidad reducida o en la micela de la que se había retirado la mayoría del bagazo) de la micela de viscosidad reducida o de la micela de la que ya se había retirado la mayoría del bagazo para formar una micela purificada. La mayoría del bagazo que se retira (de la micela de viscosidad reducida) tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros. Opcionalmente, la micela purificada se trata además para retirar el bagazo adicional produciendo por lo tanto una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basándose en la cantidad total de bagazo presente en la suspensión); 90-99% del bagazo adicional que se retira tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros. Se aumenta la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con un disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada o en la micela purificada, con el fin de producir la coagulación del caucho presente en las mismas. A partir del caucho coagulado, se produce un caucho sólido purificado. Este caucho sólido purificado es tal que, cuando contiene 0,8% en peso de materia volátil, contiene también 0,05-0,5% en peso de suciedad, 0,2-1,5% en peso de ceniza y 0,1-4% en peso de resina. Múltiples aspectos del proceso se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC (es decir, aspectos diferentes del proceso se pueden llevar a cabo a la misma temperatura o a temperaturas diferentes) y una presión de 35 a 1000 kPa.

En determinadas realizaciones concretas de la segunda realización, la retirada del bagazo en (b) comprende el uso de una centrífuga. En dichos procesos, se utiliza inicialmente, una suspensión que contiene (i) materia vegetal cortada procedente de arbustos de guayule (donde la materia vegetal contiene bagazo, resina y caucho) y (ii) un co-disolvente compuesto por al menos un disolvente orgánico no polar y al menos un disolvente orgánico polar, donde (i) está presente en una cantidad de 10-50% en peso (basado en el peso total de la suspensión), (ii) está presente en una cantidad de 50-90% en peso (basado en el peso total de la suspensión) y el al menos un disolvente orgánico polar está presente en una cantidad de 10-40% en peso (basado en la cantidad total de disolvente). (Como se explica a continuación, en realizaciones alternativas del presente proceso, la materia vegetal que se utiliza es de una planta que no es *Hevea* diferente de una planta de guayule). La suspensión se somete a centrifugación a fin de retirar 70-95% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión) produciendo de este modo una micela. Opcionalmente, se añade un disolvente orgánico polar adicional, un disolvente orgánico no polar o una combinación de los mismos (cada uno de los cuales puede ser igual o diferente a los disolventes orgánicos de la suspensión) a la micela para formar una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 200 milipascales·segundo (200 centipoise). La cantidad de cualquier disolvente orgánico polar adicional que se añade es menor que la cantidad que produce la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida. Dependiendo del tipo de centrífuga que se utilice cuando se desee reducir la viscosidad de la micela, existe la posibilidad de añadir parte o todo el disolvente adicional directamente a la(s) máquina(s) que realiza(n) el proceso de extracción, de tal manera que la micela que sale del proceso de extracción sea una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 200 milipascales·segundo (200 centipoise). A continuación, se retira 80-95% en peso de bagazo adicional (basado en el peso total del bagazo presente en la micela de viscosidad reducida o en la micela de la que se ha retirado al menos 60% en peso del bagazo) de la micela de viscosidad reducida o de la micela para formar una micela purificada. La mayoría del bagazo que se retira en esta segunda fase de retirada (es decir, de la micela de viscosidad reducida o de la micela de la que se ha retirado al menos 60% en peso de bagazo) tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros. Opcionalmente, la micela purificada se trata además para retirar el bagazo adicional produciendo de esta forma una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basándose en el peso total de bagazo presente en la suspensión); 90-99% del bagazo adicional que se retira (de la micela purificada) tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros. Se aumenta la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con un disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada o en la micela purificada a continuación para coagular el caucho presente en la anterior. A continuación el caucho coagulado se aísla del disolvente orgánico para producir un caucho sólido. Cuando este caucho sólido contiene 0,8% en peso de materia volátil, contiene también 0,05-0,5% en peso de suciedad, 0,2-1,5% en peso de cenizas y 0,1-4% en peso de resina. Múltiples aspectos del proceso se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC (es decir, aspectos diferentes del proceso se pueden llevar a cabo a la misma temperatura o a temperaturas diferentes) y una presión de 35 a 1000 kPa.

En determinadas realizaciones concretas de la segunda realización, la retirada del bagazo en (b) comprende el uso de un decantador con extracción. Inicialmente, se utiliza una suspensión que contiene (i) materia vegetal cortada procedente de arbustos de guayule (donde la materia vegetal contiene bagazo, resina y caucho) y (ii) un co-disolvente compuesto por al menos un disolvente orgánico no polar y al menos un disolvente orgánico polar, donde (i) está presente en una cantidad de 10-50% en peso (basado en el peso total de la suspensión), (ii) está presente en una cantidad de 50-90% en peso (basado en el peso total de la suspensión) y al menos un disolvente orgánico polar está presente en una cantidad de 10-

40% en peso (basado en la cantidad total de disolvente). (Como se explica a continuación, en realizaciones alternativas de este proceso, la materia vegetal que se utiliza procede de una planta que no es *Hevea* diferente de una planta de guayule). La suspensión se somete a un proceso de decantación con extracción (por ejemplo, un decantador con extracción) a fin de retirar 60-95% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión), produciendo de este modo una micela. Opcionalmente, se añade un disolvente orgánico polar adicional, un disolvente orgánico no polar o una combinación de los mismos (cada uno de los cuales puede ser igual o diferente a los disolventes orgánicos de la suspensión) a la micela para formar una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 200 milipascales·segundo (200 centipoise) (por ejemplo, 10-200 milipascales·segundo (10-200 centipoise)). La cantidad de cualquier disolvente orgánico polar adicional que se añade es menor que la cantidad que produce la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida. Dependiendo del tipo de proceso de extracción que se utilice (por ejemplo, un decantador con extracción) cuando se desee reducir la viscosidad de la micela, existe la posibilidad de añadir parte o todo el disolvente adicional directamente a la(s) máquina(s) que realiza(n) el proceso de extracción de tal manera que la micela que sale del proceso de extracción sea una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 200 milipascales·segundo (200 centipoise). A continuación, se retira 80-95% en peso de bagazo adicional (basado en el peso total del bagazo presente en la micela de viscosidad reducida o en la micela de la que se ha retirado al menos 60% en peso del bagazo) de la micela de viscosidad reducida o de la micela para formar una micela purificada. La mayoría del bagazo que se retira en esta segunda fase de retirada (es decir, a partir de la micela de viscosidad reducida o de la micela de la que se ha retirado al menos 60% en peso de bagazo) tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros. Opcionalmente, la micela purificada se trata además para retirar el bagazo adicional produciendo de esta forma una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basándose en el peso total de bagazo presente en la suspensión); 90-99% del bagazo adicional que se retira (de la micela purificada) tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros. A continuación, se aumenta la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con un disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada o en la micela purificada para coagular el caucho presente en la anterior. A continuación el caucho coagulado se aísla del disolvente orgánico para producir un caucho sólido. Cuando este caucho sólido contiene 0,8% en peso de materia volátil, contiene también 0,05-0,5% en peso de suciedad, 0,2-1,5% en peso de ceniza y 0,1-4% en peso de resina. Múltiples aspectos del proceso se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC (es decir, aspectos diferentes del proceso se pueden llevar a cabo a la misma temperatura o a temperaturas diferentes) y una presión de 35 a 1000 kPa.

En determinadas realizaciones concretas de la segunda realización, la retirada del bagazo en (b) comprende el uso de un proceso de prensado. Inicialmente, se utiliza una suspensión que contiene (i) materia vegetal cortada procedente de arbustos de guayule (donde la materia vegetal contiene bagazo, resina y caucho) y (ii) un co-disolvente compuesto por al menos un disolvente orgánico no polar y al menos un disolvente orgánico polar, donde (i) está presente en una cantidad de 5-50% en peso (basado en el peso total de la suspensión), y (ii) está presente en una cantidad de 50-95% en peso (basado en el peso total de la suspensión) y al menos un disolvente orgánico polar está presente en una cantidad de 10-35% en peso (basado en la cantidad total de disolvente). (Como se explica a continuación, en realizaciones alternativas de este proceso, la materia vegetal que se utiliza procede de una planta que no es *Hevea* diferente de una planta de guayule). La suspensión se somete a un proceso de prensado tal como un proceso de "deshidratación" con un tornillo transportador en el interior de un cilindro perforado (por ejemplo, una prensa de tornillo) a fin de retirar 51-60% en peso del bagazo (basándose en el peso total del bagazo en la suspensión), produciendo de esta forma una micela. En determinadas realizaciones de la tercera realización, puede ser preferible someter el bagazo a más de un ciclo de prensado (por ejemplo, mediante la prensa de tornillo) añadiéndose una cantidad adicional de co-disolvente a la torta prensada de bagazo que se genera a partir del primer prensado, generando de este modo una segunda suspensión que se somete a otro prensado, consolidándose dos recogidas de licor (el líquido que contiene el caucho y la resina disueltos) consolidándose para formar la micela. Opcionalmente, se añade un disolvente orgánico polar adicional, un disolvente orgánico no polar o una combinación de los mismos (cada uno de los cuales puede ser igual o diferente a los disolventes orgánicos de la suspensión) a la micela para formar una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 200 milipascales·segundo (200 centipoise) (por ejemplo, 10-200 milipascales·segundo (10-200 centipoise)). La cantidad de cualquier disolvente orgánico polar adicional que se añade es menor que la cantidad que produce la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida. A continuación, se retira 80-95% en peso de bagazo (basado en el peso total del bagazo presente en la micela de viscosidad reducida o en la micela de la que se ha retirado 51-60% en peso del bagazo) de la micela de viscosidad reducida o de la micela para formar una micela purificada. La mayoría del bagazo que se retira en esta segunda fase de retirada (es decir, de la micela de viscosidad reducida o de la micela de la que se ha retirado al menos 51-60% en peso de bagazo) tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros. Opcionalmente, la micela purificada se trata además para retirar el bagazo adicional produciendo de esta forma una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basándose en el peso total de bagazo presente en la suspensión); 90-99% del bagazo adicional que se retira (de la micela purificada) tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros. A continuación, se aumenta la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con un disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada o en la micela purificada para coagular el caucho presente en la anterior. A continuación el caucho coagulado se aísla del disolvente orgánico para producir un caucho sólido. Cuando este caucho sólido contiene 0,8% en peso de materia volátil, contiene también 0,05-0,5% en peso de suciedad, 0,2-1,5% en peso de ceniza y 0,1-4% en peso de resina. Múltiples aspectos del proceso se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC (es decir, aspectos diferentes del proceso se pueden llevar a cabo a la misma temperatura o a temperaturas diferentes) y una presión de 35 a 1000 kPa.

Se proporciona también en el presente documento una tercera realización en la que se proporciona un método basado en un disolvente orgánico para purificar una disolución de caucho de guayule solubilizada que contiene al menos un disolvente no polar, al menos un disolvente polar, caucho de guayule solubilizado y hasta 5-20% en peso de bagazo y 0,5-10% en peso de agua (basado cada uno en el peso total de la disolución). (Como se explica a continuación, en realizaciones alternativas de este proceso, la materia vegetal que se utiliza es de una planta que no es *Hevea* diferente de una planta de guayule). El método (que se lleva a cabo a una presión de 35-1000 kPa) comprende centrifugar la disolución a una fuerza g de 500-3.500 para retirar al menos 90-99% en peso del bagazo (basado en el peso total del bagazo presente en la disolución) produciendo de este modo una micela purificada. La mayoría del bagazo que se retira (de la disolución) tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros. La micela purificada se filtra a continuación para retirar el bagazo adicional y producir una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basándose en la cantidad de bagazo en la disolución); 90-99% del bagazo adicional que se retira (de la disolución para formar la disolución de caucho purificada) tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros.

Se proporciona también en el presente documento una cuarta realización que comprende un proceso para retirar el bagazo de una suspensión que contiene caucho de guayule. Como parte del proceso, se utiliza una suspensión que contiene al menos un disolvente orgánico no polar, al menos un disolvente orgánico polar y materia vegetal procedente de una fuente vegetal de guayule. La materia vegetal comprende 1-15% en peso de caucho de guayule solubilizado, 70-95% en peso de bagazo y 3-20% en peso de resina solubilizada. (Como se explica a continuación, en realizaciones alternativas de este proceso, la materia vegetal que se utiliza es de una planta que no es *Hevea* diferente de una planta de guayule). En la suspensión, la cantidad total de disolventes orgánicos no polares y polares es de 50-90% en peso (basado en el peso total de la suspensión) y la cantidad de materia vegetal es de 10-50% en peso (basado en el peso total de la suspensión). La suspensión se mueve en una centrífuga decantadora que incluye un cierre de descarga y la centrífuga se usa para separar suficiente bagazo de la suspensión para producir una micela que contiene (i) 60-95% en peso menos de bagazo que la suspensión (basado en la cantidad total de bagazo presente en la suspensión) y (ii) 1-10% en peso de caucho de guayule solubilizado. El proceso se lleva a cabo a una presión de 35-1000 kPa.

Tipos de materia vegetal/fuentes de bagazo

Como se ha mencionado anteriormente, los procesos de acuerdo con la primera realización divulgada en el presente documento se utilizan con materia vegetal procedente de plantas que no son *Hevea*. Debe entenderse que la segunda, tercera y cuarta realizaciones, aunque se describen con detalle con respecto al uso con materia vegetal de guayule, se podrían también utilizar junto con determinadas plantas que no son *Hevea* diferentes de guayule. Debe entenderse que todas las descripciones proporcionadas en el presente documento con respecto a la preparación de materia vegetal, suspensiones que contienen materia vegetal, y materia vegetal que contiene bagazo que se separa del caucho y la resina de la materia vegetal, engloban el uso de materia vegetal de guayule (es decir, de arbustos de guayule), incluso si la explicación concreta no indica explícitamente que se esté tratando la materia vegetal de guayule. Preferentemente, los procesos divulgados en el presente documento se utilizan con materia vegetal procedente de arbustos de guayule. Las plantas que no son *Hevea* a modo de ejemplo útiles en determinadas realizaciones de la primera realización y en determinadas realizaciones del segundo, tercero y cuarto procesos divulgados en el presente documento, incluyen, pero no de forma limitativa: *Parthenium argentatum* (Arbusto de guayule), *Taraxacum Kok-Saghyz* (Diente de león ruso), *Euphorbia lathyris* (planta de gopher), *Parthenium incanum* (mariola), *Chrysothamnus nauseosus* (cepillo de conejo), *Pedilanthus macrocarpus* (candililla), *Asclepias syriaca, speciosa, subulata, et al* (algodoncillo), *Solidago altissima, graminifolia rigida, et al* (vara de oro), *Cacalia atripilicifolia* (plátano indio pálido), *Pycnanthemum incanum* (menta de montaña), *Teucrium canadense* (camedrio americana) y *Campanula Americana* (campánula alta). Se conocen otras plantas que producen caucho e hidrocarburos similares al caucho, particularmente entre las familias Compositae, Euphorbiaceae, Campanulaceae, Labiatae y Moraceae. Cuando se recupera caucho a partir de materia vegetal en determinadas realizaciones de cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se contempla que se pueda utilizar un tipo de plantas o mezclas de más de un tipo de planta. Preferentemente, de acuerdo con cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta realizaciones divulgadas en el presente documento, la materia vegetal utilizada procede de arbustos de guayule.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal que no es *Hevea* se obtiene de al menos uno de: *Parthenium argentatum* (Arbusto de guayule), *Taraxacum Kok-Saghyz* (Diente de león ruso), *Euphorbia lathyris* (planta de gopher), *Parthenium incanum* (mariola), *Chrysothamnus nauseosus* (cepillo de conejo), *Pedilanthus macrocarpus* (candililla), *Asclepias syriaca, speciosa, subulata, et al* (algodoncillo), *Solidago altissima, graminifolia rigida, et al* (vara de oro), *Cacalia atripilicifolia* (plátano indio pálido), *Pycnanthemum incanum* (menta de montaña), *Teucrium canadense* (camedrio americana) y *Campanula Americana* (campánula alta). En determinadas realizaciones preferidas de acuerdo con la primera, segunda, tercera y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal que no es *Hevea* se obtiene del arbusto de guayule (*Parthenium argentatum*).

Preparación de la materia vegetal

Cuando la primera, segunda, tercera o cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento utilizan la materia vegetal de un arbusto de guayule, la materia vegetal que se utiliza puede tomar diversas formas como se describe adicionalmente en el presente documento. Debe entenderse que la siguiente discusión de la presente sección se aplica por igual a la primera, segunda, tercera y cuarta realizaciones de los procesos divulgados

en el presente documento. (La distribución en briquetas de la materia vegetal a usar en la primera realización de los procesos divulgados en el presente documento y para el uso en determinadas realizaciones de la segunda, tercera y cuarta realizaciones divulgadas en el presente documento, se analiza en una sección diferente). En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal comprende arbusto de guayule cortado incluyendo la corteza y el tejido leñoso procedente del arbusto pero con no más de 5% en peso, preferentemente no más de 4% en peso o no más de 3% en peso e incluso más preferentemente no más de 1% en peso de materia vegetal que comprende hojas del arbusto de guayule; en determinadas realizaciones, la cantidad de materia vegetal que comprende hojas es de 1-5% y en otras realizaciones de 0,5-5% en peso o de 0,5-1% en peso. En determinadas realizaciones anteriores, el arbusto de guayule utilizado para la materia vegetal comprende inicialmente las partes aéreas y subterráneas del arbusto (es decir, los tallos (con corteza, tejido leñoso y médula) y las raíces). En otras realizaciones anteriores, el arbusto de guayule utilizado para la materia vegetal comprende inicialmente solo las partes aéreas del arbusto (en otras palabras, las raíces no se incluyen en la materia vegetal). Las hojas del arbusto de guayule pueden retirarse usando diversos métodos tales como el secado en campo seguido de agitación. Los expertos en la materia pueden idear otros métodos para retirar las hojas del arbusto de guayule y se pueden utilizar ya que el método particular para la retirada de las hojas no se considera una limitación significativa de los procesos divulgados en el presente documento. En determinadas realizaciones donde la materia vegetal comprende arbusto de guayule, los arbustos se recogen retirando la planta completa (con las raíces intactas) y dejándola secar en el campo hasta un contenido de agua no superior a 20% en peso, preferentemente no superior a 15% en peso o incluso no superior a 10% en peso de agua; en determinadas realizaciones, la materia vegetal comprende 5-20% de agua, preferentemente 5-15% de agua.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal utilizada en la suspensión se ha cortado en trozos con un tamaño medio de 2,5 cm (1 pulgada) o menos. El troceado o corte puede tener lugar en una o más etapas. Por ejemplo, se puede cortar la planta que no es *Hevea* que se utiliza en grueso en la ubicación de recolección (o en otra parte), para dar lugar a trozos con una longitud media menor de 5,1 cm (2 pulgadas). Alternativamente, se puede cortar la planta que no es *Hevea* que se utiliza en grueso para dar lugar a trozos de aproximadamente 7,6 cm (3 pulgadas) de longitud. El corte en grueso puede tener lugar antes o después de la retirada opcional de las hojas y el suelo (tal como agitando la planta o sometiéndola a corrientes fuertes de aire), pero es preferentemente después de la retirada de una gran mayoría de hojas y tierra de la materia vegetal recolectada. El troceado o corte para dar lugar a trozos con un tamaño medio de 3,8 cm (1,5 pulgadads) o menos o 2,5 cm (1 pulgada) o menos puede conseguirse usando diversos medios mecánicos. A modo de ejemplo, una manera de obtener materia vegetal cortada con un tamaño medio 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos o 2,5 cm (1 pulgada) o menos consiste en alimentar material vegetal que actúa como materia prima (u opcionalmente materia vegetal cortada en grueso) a una trituradora, un granulador, un molino de martillos o un molino de rodillos.

Un granulador es una máquina bien conocida diseñada para cortar o moler el material en diversos tamaños. La mayoría de granuladores contienen múltiples cuchillas (a menudo cuchillas de acero) y una o más cribas (algunas veces intercambiables) con orificios de diverso diámetro para determinar el tamaño del producto final. Existen granuladores de diversos tamaños y pueden ser útiles para cortar la materia vegetal, tales como los que tienen aberturas de 0,95 cm (3/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas) y 0,32 cm (1/8 pulgadas).

Un molino de martillos se puede describir generalmente como un tambor de acero que contiene un eje o tambor rotatorio vertical u horizontal sobre el cual se montan los martillos junto con un material circundante de tipo criba sobre la superficie externa; los martillos “golpean” el material que se hace pasar a través del molino. Los martillos son generalmente barras de metal planas a menudo con algún tipo de tratamiento endurecedor en los extremos de trabajo. Los martillos pueden ser fijos o basculantes. Existen molinos de martillos de diversos tamaño y pueden ser útiles para cortar la materia vegetal, tal como los que tienen aberturas de criba de 0,95 cm (3/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas), 0,48 cm y 0,32 cm (1/8 pulgadas). A medida que el material cortado pasa a través de las aberturas de criba, el tamaño de las aberturas de criba determina directamente el tamaño final de partículas del material molido con martillos.

Un molino de rodillos/molino triturador puede describirse generalmente como un dispositivo con dos o más rodillos que contienen cada uno ranuras longitudinales que ayudan en la reducción de tamaño adicional del material alimentado a través del molino. Existen molinos de rodillos de diverso tamaño y pueden ser útiles para cortar la materia vegetal, tales como los que tienen aberturas de 1,9 cm (3/4 pulgadas), 1,3 cm (1/2 pulgadas), 0,95 cm (3/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas) y 0,32 cm (1/8 pulgadas). En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y tercera realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal se somete al menos a una trituradora, un granulador, un molino de martillos, un molino de rodillos y un molino de trituración para producir materia vegetal cortada que tiene un tamaño medio de 2,5 cm (1 pulgada) o menos (por ejemplo, 0,32 cm (1/8 pulgadas) a 2,5 cm (1 pulgada) o 0,32 cm (1/8 pulgadas) a 1,3 cm (1/2 pulgadas). En otras realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y tercera realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal se somete a al menos dos de una trituradora, un granulador, un molino de martillos, un molino de rodillos y un molino de trituración para producir materia vegetal cortada que tiene un tamaño medio de 2,5 cm (1 pulgada) o menos (por ejemplo, 0,32 cm (1/8 pulgadas) a 2,5 cm [1 pulgadas) o 0,32 cm (1/8 pulgadas) a 1,3 cm (1/2 pulgadas). En otras realizaciones adicionales de acuerdo con la primera, segunda y tercera realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal se somete a trituración/corte, molienda de martillos, molienda de rodillos y molienda de trituración.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal utilizada en la suspensión (o la fuente del bagazo de la suspensión) no solo se corta o tritura (tal como mediante tratamiento en una trituradora, un molino de rodillos, un molino de martillos y/o un granulador) sino que también se somete a un molino de trituración/triturador y/u otro tratamiento mecánico capaz de romper las paredes celulares de las células que contienen el caucho natural antes la mezcla con disolventes orgánicos para formar una suspensión. Un molino de trituración o triturador puede describirse generalmente como un dispositivo con dos o más rodillos que tienen cada uno de ellos una superficie lisa, accionada normalmente a diferentes velocidades, con una holgura definida y ajustable entre los rodillos que ayuda principalmente a proporcionar una ruptura adicional de las paredes de la célula vegetal. Dichos tipos de tratamiento mecánico tienden a aumentar la cantidad de caucho natural que puede recuperarse finalmente de la materia vegetal. En determinadas realizaciones preferidas de los procesos divulgados en el presente documento que utilizan materia vegetal procedente del arbusto de guayule, la materia vegetal cortada se somete a molienda de rodillos y a molienda de trituración. En aquellas realizaciones donde se usa al menos una molienda de rodillos, o una molienda de martillos, una trituradora, un granulador y una molienda de trituración de la materia vegetal cortada, la materia vegetal cortada se trata preferentemente con al menos un antioxidante si el material se va a almacenar antes de preparar la suspensión (estando la cantidad del antioxidante de acuerdo con la descripción de antioxidante del presente documento).

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, puede ser útil tratar la materia vegetal cortada con un tamaño medio de 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos o 2,5 cm (1 pulgada) o menos (tal como sale de la granuladora) para retirar el material de tamaño inferior. La cantidad de material de tamaño inferior que se genera puede variar dependiendo de diversos factores, incluyendo el método utilizado para cortar o trocear el material vegetal y la velocidad a la cual tiene lugar el corte o la molienda. A modo de ejemplo, una forma de retirar el material de tamaño inferior es hacer pasar la materia vegetal cortada sobre una criba de malla metálica que a continuación se hace vibrar para permitir que el material de tamaño inferior caiga a través de la malla metálica. Se pueden utilizar diversos tipos de cribas de malla metálica, dependiendo del tamaño del material que se clasifica como de “tamaño inferior”. En determinadas realizaciones, se utiliza una criba de mallas metálica 30, malla metálica 25, malla metálica 20, malla metálica 18 o malla metálica 16. La clasificación de la malla metálica de la criba corresponde al número de aberturas por pulgada cuadrada (1 pulgada = 2,54 cm). Por tanto, una criba de malla metálica 20 tiene 20 aberturas por pulgada cuadrada. Los tamaños de las aberturas de las cribas de las mallas metálicas citadas son los siguientes: malla metálica 30 (aberturas de 595 micrómetros o aberturas de 0,0232 pulgadas); malla metálica 25 (aberturas de 707 micrómetros o aberturas de 0,0280 pulgadas); malla metálica 20 (aberturas de 841 micrómetros o aberturas de 0,0331 pulgadas); malla metálica de 18 (aberturas de 1000 micrómetros o aberturas de 0,0394 pulgadas); y malla metálica 16 (aberturas de 1190 micrómetros o aberturas de 0,0469 pulgadas). A modo de ejemplo, otra manera de retirar el material de tamaño inferior es utilizando un separador de aire que funciona soplando fuera o expeliendo las partículas de tamaño inferior (y por tanto más ligeras). Preferentemente, cuando se retira el material de tamaño inferior (tal como mediante una criba de malla metálica), se retira al menos 90% en peso, incluso más preferentemente al menos un 95% en peso del material de tamaño inferior. En determinadas realizaciones, el material vegetal que se usa para la suspensión tiene un tamaño de 0,16 cm (1/16 pulgadas) a 3,8 cm (1,5 pulgadas), preferentemente 0,16 cm (1/16 pulgadas) a 2,5 cm (1 pulgadas), incluso de forma más preferente 0,32 cm (1/8 pulgadas) a 1,3 cm (1/2 pulgadas); en determinadas de las mencionadas realizaciones, el material vegetal se ha sometido a un proceso tal como granulación que utiliza una criba que tiene una abertura de 0,16 cm (1/16 pulgadas) 0,32 cm (1/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas) o 1,3 cm (1/2 pulgadas) produciendo por lo tanto un material que tiene un tamaño máximo no mayor que las aberturas.

En determinadas realizaciones del primer, segundo y cuarto procesos divulgados en el presente documento, la suspensión que se utiliza contiene 10-50% en peso de materia vegetal (basado en el peso total de la suspensión) comprendiendo la cantidad restante de la suspensión disolventes orgánicos. (De forma notable, como se ha comentado anteriormente, con respecto a la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento, la disolución contiene un 5-20% en peso de bagazo). Además de 10-50% en peso de materia vegetal, la suspensión contiene también 0,5-10% en peso de agua, contribuyendo el agua a la suspensión de la materia vegetal e incluyéndose en 10-50% en peso asignado de materia vegetal en la suspensión. En otras palabras, 10-50% en peso de materia vegetal de la suspensión engloba el agua presente en la suspensión. En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión que se utiliza contiene un 25-50% en peso de materia vegetal (basado en el peso total de la suspensión) comprendiendo la cantidad restante de la suspensión disolventes orgánicos. Estas limitaciones a la cantidad de materia vegetal utilizada en la suspensión se aplican a aquellas realizaciones de la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento donde la materia vegetal procede de una planta que no es *Hevea* y particularmente de aquellas donde la materia vegetal es de un arbusto de guayule.

Como se ha comentado anteriormente, de acuerdo con la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal utilizada en la suspensión proporciona bagazo, caucho y resina. (De forma notable, en la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento, la disolución de caucho de guayule solubilizada contiene también bagazo, caucho y resina junto con disolventes orgánicos). La disolución de caucho de guayule solubilizada de la tercera realización tiene menos bagazo (5-20%) en comparación con algunas de las otras realizaciones (10-50%) bien porque se ha añadido menos materia vegetal con respecto a los disolventes orgánicos, o bien, más preferentemente, debido a que alguna cantidad del bagazo se ha retirado ya para crear la disolución de caucho de guayule solubilizada). El caucho y la resina que están presentes en la suspensión se

solubilizan mediante al menos un disolvente orgánico no polar y al menos un disolvente orgánico polar, respectivamente. En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal utilizada en la suspensión incluye corteza, material leñoso, caucho y resina. En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, el material leñoso comprende al menos 80% en peso, al menos 85% en peso o incluso al menos 90% en peso de la materia vegetal y la materia vegetal restante comprende corteza y hojas; en algunas de dichas realizaciones, el material leñoso comprende 80-100%, 80-95% o 90-100% o 90-99% de la materia vegetal. A fin de conseguir la anterior recuperación de materia vegetal, puede ser necesario retirar o limitar la cantidad de corteza y hojas que se utiliza en la materia vegetal. En otras realizaciones más de acuerdo con la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la corteza comprende al menos 50% en peso, al menos un 60% en peso, al menos un 70% en peso o incluso al menos un 80% en peso de la materia vegetal y la materia vegetal restante comprende material leñoso y hojas; en determinadas de las mencionadas realizaciones, la corteza comprende 50-100%, 50-95% o 70-100% o 70-99% de la materia vegetal. Estas limitaciones a la cantidad de materia vegetal utilizada en la suspensión se aplican a aquellas realizaciones de la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento donde la materia vegetal es de una planta que no es *Hevea* y particularmente a aquellas donde la materia vegetal es de un arbusto de guayule. A fin de conseguir la anterior recuperación de la materia vegetal, será probablemente necesario retirar o limitar la cantidad de material leñoso y hojas que se utiliza en la materia vegetal que va hasta la suspensión. Cada parte de la materia vegetal (es decir, corteza, material leñoso y hojas) contendrá cantidades variables de caucho, resina y agua.

En determinadas realizaciones, la suspensión utilizada en la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento contiene 0,5-10% en peso de agua. Aunque los procesos divulgados en el presente documento están basados en disolventes orgánicos, puede quedar presente cierta cantidad residual pequeña de agua (es decir, 0,5-10% en peso) (procedente principalmente de agua residual presente en la materia vegetal, aunque una pequeña cantidad puede estar representada por el agua residual de los disolventes orgánicos). En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión contiene 0,5-7% en peso de agua, 0,5-5% en peso de agua o incluso 0,5-2% en peso de agua. En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión contiene no más de 4% en peso de agua, no más de 3% en peso de agua o incluso no más de 2% en peso de agua. En realizaciones preferidas de la primera, segunda y cuarta realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión no contiene preferentemente agente blanqueante, agente desespumante o un compuesto orgánico de desnaturalización de proteínas. En la realización preferida de la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento, la disolución de caucho de guayule solubilizado no contiene agente blanqueante, agente desespumante o compuesto orgánico de desnaturalización de proteínas.

Utilización de materia vegetal en forma de briquetas

Debe entenderse que la siguiente descripción de la materia vegetal en forma de briquetas es aplicable no solamente a la primera realización de los procesos divulgados en el presente documento sino también a determinadas realizaciones de la segunda realización de los procesos divulgados en el presente documento (es decir, cuando la segunda realización utiliza materia vegetal en forma de briquetas para formar la suspensión).

Preparación de la materia vegetal para briquetas

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, las briquetas se preparan a partir de materia vegetal que se ha cortado o cortado en trozos con un tamaño medio de 2,5 cm (1 pulgada) o menos. Generalmente, el troceado o corte de la materia vegetal hasta un tamaño de 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos o 2,5 cm (1 pulgada) o menos puede tener lugar en una o más etapas. Por ejemplo, la planta que no es *Hevea* que se utiliza puede cortarse en grueso en la ubicación de la recolección, en trozos con una longitud media menor de 5,1 cm (2 pulgadas). El corte en grueso puede tener lugar antes o después de la retirada opcional de hojas y tierra (tal como agitando la planta o sometiéndola a corrientes de aire fuertes), pero es preferentemente después de la retirada de una gran mayoría de hojas y tierra de la materia vegetal recolectada. El troceado o corte en trozos con un tamaño medio de 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos o 2,5 cm (1 pulgada) o menos puede conseguirse usando diversos medios mecánicos. Una manera ilustrativa de obtener materia vegetal cortada con un tamaño medio 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos o 2,5 cm (1 pulgada) o menos es alimentar material vegetal que actúa como materia prima (u opcionalmente la materia vegetal cortada en grueso) a una trituradora, un granulador, un molino de martillos o un molino de rodillos. Un granulador es una máquina bien conocida diseñada para cortar o moler el material en diversos tamaños. La mayoría de granuladores contienen múltiples cuchillas (a menudo cuchillas de acero) y una o más cribas (algunas veces intercambiables) con orificios de diversos diámetros para determinar el tamaño del producto final. Existen granuladores de diversos tamaños y pueden ser útiles en el corte de la materia vegetal, tales como las que tienen aberturas de 0,95 cm (3/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas) y 0,32 cm (1/8 pulgadas). Un molino de martillos se puede describir generalmente como un tambor de acero que contiene un eje o tambor rotatorio vertical u horizontal sobre el cual se montan los martillos; los martillos “golpean” el material que se hace pasar a través del molino. Existen molinos de martillos de diversos tamaños y pueden ser útiles en el corte de la materia vegetal tales como los que tienen aberturas de 0,95 cm (3/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas) y 0,32 cm (1/8 pulgadas). Un molino de rodillos/molino de trituración puede describirse generalmente como un dispositivo con dos o más rodillos que contienen cada uno de ellos ranuras longitudinales que ayudan en la reducción de tamaño adicional del material

alimentado a través del molino. Existen molinos de rodillos de diversos tamaños y pueden ser útiles en el corte de la materia vegetal tales como los que tienen aberturas de 0,95 cm (3/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas) y 0,32 cm (1/8 pulgadas). En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera y segunda realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal se somete al menos a uno de un granulador, una trituradora, un molino de martillos, un molino de rodillos y un molino de trituración para producir materia vegetal cortada que tiene un tamaño medio de 2,5 cm (1 pulgadas) o menos. En otras realizaciones de acuerdo con la primera y segunda realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal se somete a al menos dos de una trituradora, un granulador, un molino de martillos, un molino de rodillos y un molino de trituración para producir materia vegetal cortada que tiene un tamaño medio de 2,5 cm (1 pulgada.) o menos.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal utilizada en las briquetas no solo se ha cortado o triturado (tal como mediante tratamiento en una trituradora, un molino de rodillos, un molino de martillos y/o un granulador) sino que también se ha sometido a un molino de trituración/triturador y/u otro tratamiento mecánico capaz de romper las paredes celulares de las células que contienen el caucho natural después de la formación de briquetas pero antes de la mezcla para dar lugar a la suspensión. Un molino de trituración o triturador puede describirse generalmente como un dispositivo con dos o más rodillos que tienen cada uno de ellos una superficie lisa, accionada normalmente a diferentes velocidades, con una separación definida y ajustable entre los rodillos que ayuda principalmente a proporcionar una ruptura adicional de las paredes de la célula vegetal. Dichos tipos de tratamiento mecánico tienden a aumentar la cantidad de caucho natural que puede recuperarse en última instancia de la materia vegetal. En determinadas realizaciones preferidas de la primera y segunda realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento que utilizan materia vegetal procedente del arbusto de guayule, la materia vegetal cortada se somete a molienda con rodillo y molienda de trituración. En otras realizaciones, la materia vegetal cortada procedente del arbusto de guayule se usa para las briquetas, y la materia vegetal cortada se somete a al menos uno de molienda de rodillos, una trituradora, un granulador y molienda de martillos antes de la compresión para dar lugar a una briqueta y molienda de trituración después de la formación de briquetas (durante pero antes de la preparación de la suspensión). En aquellas realizaciones donde se usa al menos una de molienda de rodillos o molienda de martillos, una trituradora, un granulador y molienda de trituración de la materia vegetal cortada, la materia vegetal cortada se trata preferentemente con al menos un antioxidante antes de comprimirse para dar lugar a una briqueta (estando la cantidad del antioxidante de acuerdo con la descripción previa del antioxidante).

En determinadas realizaciones de acuerdo con las primeras y segundas realizaciones de los procesos divulgados en la presente invención, puede resultar útil tratar la materia vegetal cortada con un tamaño de partícula de 3,8 cm (1,5 pulgadas) o inferior o de 2,5 cm (1 pulgada) o inferior (tal y como sale de un granulador) para retirar el material de tamaño pequeño antes de la formación de briquetas. La cantidad de material de tamaño pequeño que se genera puede variar dependiendo de diversos factores, incluidos el método utilizado para cortar o desmenuzar el material vegetal y la velocidad a la que tiene lugar su corte o trituración. A modo de ejemplo, una forma de retirar el material de tamaño pequeño es hacer pasar la materia vegetal cortada sobre una criba de malla metálica que se somete a vibración para permitir que el material de tamaño pequeño caiga a través de la malla metálica. Se pueden utilizar diversos tipos de criba de malla metálica, dependiendo del tamaño de material que se clasifica como "de tamaño pequeño". En determinadas realizaciones, se utiliza una criba de malla metálica, 30, 25, 20, 18 o 16. La clasificación de la malla metálica de la criba corresponde al número de aberturas por pulgada cuadrada (1 pulgada = 2,54 cm). Así, una criba de malla metálica 20 tiene 20 aberturas por pulgada cuadrada (1 pulgada = 2,54 cm). Los tamaños de las aberturas de las cribas de malla metálica son los siguientes: malla metálica 30 (aberturas de 595 micrómetros o aberturas de 0,0232 pulgadas); malla metálica 25 (aberturas de 707 micrómetros o aberturas de 0,0280 pulgadas); malla metálica 20 (aberturas de 841 micrómetros o aberturas de 0,0331 pulgadas); malla metálica 18 (aberturas de 1000 micrómetros o aberturas de 0,0394 pulgadas); y malla metálica 16 (aberturas de 1190 micrómetros o aberturas de 0,0469 pulgadas). A modo de ejemplo, otra forma de retirar material de tamaño pequeño es utilizando un separador de aire que funciona soplando fuera o expeliendo las partículas de tamaño pequeño (y, por lo tanto, más ligeras). Preferentemente, cuando se retira material de tamaño pequeño (por ejemplo, mediante una criba de malla metálica), se retira al menos 90% en peso, aún más preferentemente al menos 95% en peso del material de tamaño pequeño. En determinadas realizaciones, el material vegetal al que se ha dado forma de briqueta tiene un tamaño de 0,16 cm (1/16 pulgadas) a 3,8 cm (1,5 pulgadas), preferentemente de 1/16 a 2,5 cm (1 pulgadas), aún más preferentemente de 0,32 cm (1/8 pulgadas) a 1,3 cm (1/2 pulgadas); en dichas realizaciones el material vegetal se ha sometido a un proceso por ejemplo de granulación, que utiliza un tamiz que tiene una abertura de 0,16 cm (1/16 pulgadas), 0,32 cm (1/8 pulgadas), 0,64 cm (1/4 pulgadas) o 1,3 cm (1/2 pulgadas), produciendo de este modo material que tiene un tamaño de partícula no mayor que las aberturas.

En determinadas realizaciones, la materia vegetal que se comprime en forma de briquetas no solamente se ha desmenuzado, sino que también se ha sometido a un molino de rodillos/molino de trituración, molino triturador/trituradora, molino de martillos y/u otro tratamiento mecánico capaz de romper las paredes celulares de las células que contienen el caucho natural. Un molino de rodillos/molino de trituración se puede describir generalmente como un dispositivo con dos o más rodillos que contienen cada uno de ellos ranuras longitudinales que facilitan una reducción de tamaño adicional del material alimentado a través del molino. Un molino de descamación o dispositivo de descamación generalmente se puede describir como un dispositivo con dos o más rodillos que tienen, cada uno de ellos, una superficie lisa, que generalmente funciona a diferentes velocidades,

con una separación definida y ajustable entre rodillos que ayuda principalmente a proporcionar una ruptura adicional de paredes celulares de plantas. Un molino de martillos se puede describir de forma general como un tambor de acero que contiene un eje rotatorio vertical u horizontal sobre el que se montan unos martillos; los martillos "golpean" el material que se hace pasar a través del molino. Dichos tipos de tratamiento mecánico tienden a aumentar la cantidad de caucho natural que se puede recuperar en última instancia a partir de la materia vegetal. En determinadas realizaciones, se usa materia vegetal desmenuzada procedente de arbusto de guayule para las briquetas y la materia vegetal desmenuzada se somete al menos a un proceso de molienda de rodillos, molienda de descamación y molienda de martillos antes de comprimirla para formar una briqueta. En las realizaciones en las que se usa al menos una de molienda de rodillos, molienda de descamación o molienda de martillos una vez desmenuzada la materia vegetal, preferentemente se trata la materia vegetal cortada con al menos un antioxidante antes de la compresión para dar lugar a una briqueta (estando la cantidad de antioxidante de acuerdo con la discusión del antioxidante del presente documento).

Las briquetas que se usan en las realizaciones descritas en el presente documento pueden contener una cierta cantidad de agua. En determinadas realizaciones, las briquetas contienen 2-20% en peso de agua (con respecto al peso total de la briqueta). En otras realizaciones, las briquetas contienen 5-15% en peso de agua. El agua que está dentro de las briquetas tiene como fuente principal agua residual procedente de la materia vegetal. La cantidad de agua presente en las briquetas se puede ajustar, por ejemplo, secando la materia vegetal desmenuzada antes de compactarla para formar briquetas. En determinadas realizaciones de la primera y segunda realizaciones descritas en el presente documento, la materia vegetal desmenuzada se seca para reducir su contenido de humedad en al menos 2% en peso, en al menos 4% en peso o incluso en al menos 6% en peso, antes de compactar la materia vegetal para formar briquetas. Se pueden utilizar diversos métodos para lograr el secado de la materia vegetal cortada incluyendo, aunque no de forma limitativa, secado al sol, secado con aire forzado (aire seco y/o caliente). En determinadas realizaciones, la materia vegetal se puede secar antes de desmenuzarla. Otra fuente potencial de agua que puede estar presente en las briquetas son aditivos añadidos a la planta después de la recolección. Como se indica más detalladamente a continuación, estos aditivos pueden incluir antioxidantes y/o aglutinantes que se pueden aplicar de forma opcional mediante soluciones acuosas de los ingredientes activos.

Cuando las realizaciones descritas en el presente documento utilizan briquetas formadas por materia vegetal de un arbusto de guayule, la materia vegetal que se utiliza puede adoptar diversas formas como se describe más detalladamente en el presente documento. En determinadas realizaciones, la materia vegetal comprende un arbusto de guayule cortado, incluyendo la corteza y el tejido leñoso del arbusto, pero no más de 5% en peso, preferentemente no más de 4% en peso o no más de 3% en peso, o incluso preferentemente no más de 1% en peso, de la materia vegetal que comprende hojas del arbusto de guayule. En algunas de las anteriores realizaciones, el arbusto de guayule usado para la materia vegetal comprende inicialmente tanto partes aéreas como partes subterráneas del arbusto (es decir, los tallos (con la corteza, tejido leñoso y médula) y las raíces). En otras realizaciones anteriores, el arbusto de guayule usado para la materia vegetal comprende inicialmente solo las partes aéreas del arbusto (en otras palabras, las raíces no están incluidas en la materia vegetal). Las hojas del arbusto de guayule se pueden retirar utilizando diversos métodos tales como secado en campo seguido de agitación. A los expertos en la técnica se les pueden ocurrir otros métodos de retirada de las hojas de la materia vegetal del arbusto de guayule antes de incorporar la materia vegetal a las briquetas, y se pueden utilizar dichos métodos, ya que el método particular de retirada de las hojas no se considera una limitación significativa de los procesos divulgados en el presente documento.

En determinadas realizaciones, la materia vegetal utilizada en las briquetas contiene bagazo, caucho y resina. En determinadas realizaciones, la materia vegetal utilizada en las briquetas incluye corteza, material leñoso, caucho y resina. En determinadas realizaciones, el material leñoso comprende al menos 70% en peso, 80% en peso, al menos 85% en peso, o incluso al menos 90% en peso de la briqueta y la cantidad restante de la briqueta comprende corteza y hojas. Para lograr la composición anterior de materia vegetal dentro de la briqueta puede ser necesario retirar o limitar la cantidad de corteza y hojas que se utiliza dentro de la materia vegetal y compactarla formando briquetas. En otras realizaciones adicionales, la corteza comprende al menos 50% en peso, al menos 60% en peso, al menos 70% en peso, o incluso al menos 80% en peso de las briquetas y la cantidad restante de las briquetas comprende material leñoso y hojas. Para lograr la composición anterior de materia vegetal dentro de las briquetas, será probablemente necesario retirar o limitar la cantidad de material leñoso y hojas que se utiliza dentro de la materia vegetal y compactarla formando briquetas. En determinadas realizaciones, las briquetas comprenden al menos 80% en peso de corteza, menos de 20% en peso de material leñoso y menos de 1% en peso de hojas. Para lograr la composición anterior de materia vegetal dentro de las briquetas, será probablemente necesario retirar o limitar la cantidad de material leñoso y hojas que se utiliza dentro de la materia vegetal y compactarla formando briquetas. En otras realizaciones, las briquetas contienen menos de 5% en peso o menos de material leñoso, comprendiendo la cantidad restante de las briquetas hasta 95% en peso de corteza y preferentemente menos de un 2% en peso de hojas, aún más preferentemente menos de 1% en peso de hojas. Cada parte de la materia vegetal (es decir, corteza, material leñoso y hojas) utilizada dentro de las briquetas contendrá cantidades variables de bagazo, caucho, resina y agua.

Formación de Briquetas

Como se ha comentado anteriormente, determinadas realizaciones divulgadas en el presente documento hacen uso de materia vegetal comprimida en forma de briquetas. El término briqueta engloba diversas formas incluyendo,

aunque no de forma limitativa: pellas, cubos, sólidos rectangulares, sólidos esféricos, sólidos ovalados, formas de ladrillo y de tarta. Existen diversos métodos para la compactación de la materia vegetal para formar briquetas. Un método de preparación de briquetas a partir de la materia vegetal es utilizando una máquina formación de briquetas comercial para preparar las briquetas. Estas máquinas son fabricadas por diversas empresas y son comercializadas con diversas formas y características técnicas. Máquinas de formación de briquetas a modo de ejemplo incluyen las fabricadas por K.R, Komarek, Inc. (Wood Dale, IL), incluidas las máquinas formación de briquetas de tipo rodillo con nº. de modelo B100R y BR200QC. Generalmente, una máquina formación de briquetas utiliza un sistema de tipo rodillo para compactar material, con o sin la adición de un aglutinante al material objeto de compresión. La máquina puede aplicar presión en distinto nivel, dependiendo de la máquina utilizada, las propiedades de la materia vegetal desmenuzada y las propiedades deseadas en las briquetas. En determinadas realizaciones, se obtienen briquetas de materia vegetal a partir de un arbusto de guayule utilizando una máquina de formación de briquetas. En algunas de las realizaciones anteriores, se aplica un aglutinante a la materia vegetal desmenuzada antes de comprimirla para formar briquetas. A los expertos en la técnica se les pueden ocurrir otros métodos de preparación de briquetas de materia vegetal desmenuzada procedente de plantas que no son *Hevea* y los pueden utilizar dentro del ámbito de los procesos divulgados en el presente documento.

En determinadas realizaciones, las briquetas se obtienen de materia vegetal desmenuzada que se ha tratado con uno o más aglutinantes antes de comprimirla para formar briquetas. Se pueden utilizar diversos tipos de aglutinantes incluyendo, aunque no de forma limitativa, aglutinantes orgánicos (tales como productos de madera, arcilla, almidones y ceniza), aglutinantes basados en productos químicos (tales como sulfonato, cal y bentonita de sodio y líquidos como agua. La cantidad de aglutinante utilizado con la materia vegetal desmenuzada puede variar dependiendo del tipo de briqueta que se forma. En determinadas realizaciones, la cantidad de aglutinante utilizado con la briqueta es de 0,1-5% en peso (con respecto al peso total de la briqueta).

En determinadas realizaciones, las briquetas se obtienen a partir de materia vegetal desmenuzada que se ha tratado con uno o más antioxidantes antes de comprimirla para formar briquetas. Compuestos adecuados para su uso como antioxidante o antioxidantes en determinadas realizaciones de acuerdo con las realizaciones primera y segunda divulgadas en el presente documento resultan bien conocidas para el experto en la técnica e incluyen, aunque no de forma limitativa, 2,6-di-t-butil-4-metilfenol (también conocido como 2,6-di-t-butil-p-cresol); N-(1,3-dimetilbutil)-N'-fenil-1,4-bencenodiamina; octadecil-3-(3,5-di-terc.butil-4-hidroxifenil)-propionato (comercializado como Irganox® 1076); 4,6-bis(octiltiometil)-o-cresol (comercializado como Irganox® 1520), fenoles impedidos monohídricos tales como 6-t-butil-2,4-xilenol, fenoles estirenados, octilfenolesbutilados; bisfenoles, por ejemplo, 4,4'-butilidenbis(6-t-butil-m-cresol), bisfenol A polibutilado, hidroquinonas impedidas, tales como 2,4-di-t-amilhidroquinona; polifenoles, tales como copolímero de p-cresol-diciclopentadienobutilado; sulfuros fenólicos tales como 4,4'-tiobis(6-t-butil-3-metil-fenol), fosfitos de bisfenol alquilados-arilados tales como tris(nonilfenil)fosfito, triazintrionas, tales como triester de hidroxicinamato alquilado de tris(2-hidroxietil)-triazintriona, tris(alquihidroxibencil)-triazintriona; ésteres de pentaeritritol tales como tetrakis(metilen-3,5-di-t-butil-4-hidroxihidrocinamato)-metano; difenilaminas sustituidas tales como difenilaminasoctiladas, p-(p-toluensulfonamido)-di-fenilamina, difenilaminanonilada, productos de reacción de diisobutilen-difenilamina; dihidroquinolinas, tales como 6-dodecil-1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinolina; polímeros de dihidroquinolina, tales como polímero de 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinolina; mercaptobenz-imidazoles tales como 2-mercaptobenzimidazol; ditiocarbamatos de metal, tales como dibutilditiocarbamato de níquel, diisobutilditiocarbamato de níquel, dimetilditiocarbamato de níquel; productos de reacción de cetona/aldehído-arilamina tales como productos de condensación de anilina-butiraldehído, productos de reacción de diarilamina-cetona-aldehído; y p-fenilendiaminas sustituidas tales como di-b-naftil-p-fenilenfenilendiamina y N-fenil-N'-ciclohexil-p-fenilendiamina. La cantidad total de antioxidante empleado en las realizaciones de acuerdo con las realizaciones primera y segunda divulgadas en el presente documento que utilizan al menos un antioxidante puede estar en el intervalo de 0,2% a 2% en peso de caucho sólido purificado producido al final del proceso (basado en peso del caucho sólido purificado que contiene un 0,8% en peso de materia volátil).

En determinadas realizaciones, las briquetas se pueden almacenar durante al menos 90 días tras compactaras, al tiempo que el caucho presente todavía conserva un peso molecular de al menos 800.000, preferentemente al menos 1.000.000. En determinadas realizaciones preferidas, las briquetas se preparan a partir de materia vegetal desmenuzada procedente de un arbusto guayule y las briquetas se pueden almacenar durante al menos 90 días tras compactarlas, al tiempo que el caucho presente todavía conserva un peso molecular de al menos 800.000, preferentemente al menos 1.000.000. En otras realizaciones, las briquetas se pueden almacenar durante al menos 7 meses (210 días) tras compactarlas, al tiempo que el caucho presente todavía conserva un peso molecular de al menos 800.000, preferentemente al menos 1.000.000. En determinadas realizaciones, las briquetas están formadas por materia vegetal desmenuzada procedente de un arbusto de guayule y las briquetas se pueden almacenar durante al menos 7 meses (210 días) tras compactarlas, al tiempo que el caucho presente todavía conserva un peso molecular de al menos 800.000, preferentemente al menos 1.000.000.

Preparación de suspensión

Dependiendo de cómo se ha preparado o procesado la suspensión inicial (que contiene materia vegetal procedente de una planta que no es *Hevea*, al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar), en algunas de las realizaciones del primer, segundo, tercer y cuarto procesos divulgados en el presente documento, la extracción total de caucho de la planta que no es *Hevea* se puede mejorar asegurando que la materia vegetal de la planta

que no es *Hevea* no solamente se pone en contacto homogéneo con los disolventes, sino también agitando o mezclando la combinación de materia vegetal y disolventes. Se pueden utilizar diversos métodos de mezcla y/o aplicar agitación a la combinación de materia vegetal y disolventes incluyendo, aunque sin limitarse a, mezcla en un tanque agitado, homogeneización, dispersión y molienda en húmedo. En alguna de dichas realizaciones, se pueden utilizar uno o más reactores de tanque para aplicar la mezcla y/o agitación a la suspensión o a la combinación de materia vegetal y disolventes antes de utilizar la suspensión o al menos antes de retirar la mayor parte del bagazo de la suspensión para producir una micela. Como apreciarán los expertos en la técnica, la cantidad de mezcla y/o agitación varía dependiendo de factores tales como el tamaño y concentración de la suspensión o combinación de materia vegetal y disolventes, el tamaño y la potencia del equipo utilizado para la mezcla y/o agitación. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la materia vegetal y los disolventes orgánicos (es decir, al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar) se dejan en contacto durante un período de tiempo determinado antes de retirar la parte de bagazo de la materia vegetal de la parte de disolvente orgánico que contiene caucho solubilizado y resina. En determinadas realizaciones, este período de tiempo es de 0,3-3 horas y en otras realizaciones de 0,5-1,5 horas. En otras realizaciones, se permite un período de contacto mayor de, por ejemplo, 1-8 horas, o más.

Retirada de bagazo de la suspensión

Las descripciones siguientes de la retirada de bagazo de la suspensión deberían entenderse como generalmente aplicables a las realizaciones primera, segunda y cuarta de los procesos divulgados en el presente documento, cada uno de los cuales especifica la retirada de bagazo de una suspensión para formar una micela. Debería entenderse también como aplicable a determinadas realizaciones de la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento, en los que se utilizan etapas adicionales, por ejemplo, para preparar la disolución de caucho de guayule solubilizada a partir de una suspensión. Como se ha comentado anteriormente, de acuerdo con los procesos divulgados en el presente documento, se retira inicialmente la mayor parte del bagazo de la suspensión para producir una micela. (Los porcentajes en peso de bagazo a los que se hace referencia en el presente documento se refieren a pesos en seco de bagazo (es decir, habiendo retirado cualquier disolvente orgánico y agua). Como se comenta más detalladamente a continuación en el presente documento, la mayor parte del bagazo que se retira inicialmente en algunas realizaciones es de 60-95% en peso del bagazo presente en la suspensión y, en otras realizaciones, de 51-60% en peso, 60-80% en peso, 70-95% en peso, o de 75-95% en peso. La cantidad total de bagazo presente en la suspensión se puede determinar tomando una muestra representativa de la suspensión – teniendo precaución de que no se produzca sedimentación del bagazo dentro de la suspensión antes de tomar la muestra - y extrayendo los materiales insolubles mediante aclarado y centrifugación repetidos. En otras palabras, aclarado y centrifugación de sedimentos repetidos seguido de centrifugación repetida de cada sobrenadante resultante para garantizar una retirada completa de los materiales de bagazo insolubles. Pueden ser necesarios tres o más ciclos de aclarado y centrifugación. Después de condensar y secar los materiales insolubles para retirar disolventes orgánicos, se puede determinar el peso total de los materiales insolubles. Se puede calcular la cantidad de bagazo presente en la muestra y por extensión se puede calcular el peso total de bagazo presente en toda la suspensión. La micela contiene una determinada cantidad de bagazo (es decir, la parte no retirada de la suspensión), caucho solubilizado, resina solubilizada, al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se retira de la suspensión 60-95% en peso del bagazo, 60-80% en peso, 70-95% en peso o 75-95% en peso del bagazo para formar la micela. En determinadas realizaciones preferidas de los procesos divulgados en el presente documento, se retira al menos 70% en peso o al menos 75% en peso del bagazo para formar la micela.

Esta retirada del bagazo de la suspensión se puede llevar a cabo utilizando equipos y/o procesos diversos y/o sustancias químicas diversas. La parte de bagazo que se retira de la suspensión se denomina en el presente documento primera parte de bagazo. En determinadas realizaciones preferidas de los procesos divulgados en el presente documento, la retirada de bagazo de la suspensión para producir una micela se logra utilizando una centrífuga, de forma opcional, una centrífuga decantadora. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la retirada de bagazo de la suspensión para producir una micela se logra utilizando un decantador de extracción o una prensa de tornillo. En otras realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la retirada de bagazo de la suspensión para producir una micela se logra utilizando un extractor en contra-corriente. Aunque las siguientes descripciones específicas de bagazo procedente de la suspensión se explican con respecto a la segunda realización de los procesos divulgados en el presente documento, se debería entender que cada tipo de equipo descrito se puede utilizar también para retirar bagazo procedente de la suspensión en determinadas realizaciones de la primera realización de los procesos divulgados en el presente documento. Además, la descripción detallada de la operación de una centrífuga decantadora se debería considerar aplicable a determinadas realizaciones de la cuarta realización de los procesos divulgados en el presente documento. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, una parte o la totalidad de la primer parte de bagazo se retroalimenta en la suspensión para permitir la transferencia de resina o caucho solubilizado adicional que se asocia con el bagazo húmedo de disolvente en la parte líquida de la suspensión (es decir, la micela). En otras realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, no se retroalimienta nada de la primera parte de bagazo en la suspensión. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, al menos una parte de la micela (que contiene disolventes, caucho, resina y

bagazo) que se produce a partir de la suspensión se retroalimenta en la suspensión. En otras realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, no se retroalimenta nada de la micela en la suspensión.

En determinadas realizaciones, cuando se utiliza una centrífuga decantadora para retirar bagazo de la suspensión, se trabaja a una velocidad suficiente para generar una fuerza g de 500 a 3.500, preferentemente de 1000 a 3.000 o de 1.000 a 2.500. (Como entenderán los expertos en la técnica, la fuerza g es una medida de la cantidad de aceleración aplicada a una muestra y es una función de rotaciones por minuto y radio de rotación). También está comprendido en el ámbito de los procesos divulgados en el presente documento la utilización de más de una centrífuga para retirar la mayor parte del bagazo de la suspensión. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, el contenido de sólidos de la micela que se obtiene retirando bagazo de la suspensión es de 5-20% en peso, preferentemente de 7-18% en peso (basado en el peso total de la micela), considerándose los sólidos como bagazo, caucho y resina. En determinadas realizaciones de acuerdo con los procesos divulgados en el presente documento, la micela contiene 1-10% en peso de caucho y 1-10% en peso de resina; en otras realizaciones, la micela contiene 3-7% en peso de caucho y 3-9% en peso de resina.

Como se ha comentado previamente, en determinadas realizaciones particulares de la segunda realización de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión se somete a un proceso de centrifugación para retirar 70-95% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo en la suspensión) para producir una micela. La micela contiene bagazo, caucho solubilizado, resina solubilizada, al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar. En determinadas realizaciones, la suspensión se somete a un proceso de centrifugación para retirar al menos 75% en peso del bagazo; en algunas de dichas realizaciones, 75-95% en peso del bagazo. En determinadas realizaciones, la centrífuga es una centrífuga decantadora y, en algunas de dichas realizaciones, se trabaja a una velocidad suficiente para generar 500-3.500 g, preferentemente de 1.000 a 3.000 g. También está comprendido en el ámbito de los procesos divulgados en el presente documento la utilización de más de una centrífuga para retirar al menos 70% en peso (por ejemplo, 70-95% en peso) o al menos 75% en peso (por ejemplo, 75-95% en peso) de bagazo de la suspensión. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, el contenido de sólidos de la micela que se produce retirando bagazo de la suspensión es de 5-20% en peso, preferentemente 7-18% en peso (basado en el peso total de la micela), considerándose los sólidos como bagazo, resina y caucho. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la micela contiene 1-10% en peso de caucho y 1-10% en peso de resina o; en otras realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la micela contiene 3-7% en peso de caucho y 3-9% en peso de resina.

Como se ha descrito previamente, en determinadas realizaciones particulares de la segunda realización de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión se somete a un proceso de extracción para retirar 60-95% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión), produciendo así una micela. El proceso de extracción puede implicar el uso de un decantador de extracción. Un decantador de extracción puede ser una centrífuga de tipo espiral (a menudo horizontal) con un recipiente de pared sólida cónica y cilíndrica. Dentro del recipiente se coloca una espiral que se adapta a la pared del recipiente y gira dentro del mismo. La suspensión objeto de extracción se alimenta en la máquina (a menudo a través de ranuras distribuidoras en la espiral del recipiente). La suspensión entra entonces en la zona de extracción en contra-corriente del recipiente y fluye hasta el extremo cónico del mismo mediante un disco separador en sentido contrario al flujo de un agente de extracción que se añade (es decir, efecto de contracorriente). El uso de determinados decantadores de extracción puede permitir la adición de disolvente adicional durante el proceso de extracción y pueden funcionar de forma continua o semicontinua. Existen diversos tipos de decantadores de extracción, incluidos los que emplean extracciones en contra-corriente, decantadores de tipo espiral y de tipo recipiente con criba y de tipo recipiente para sólidos. Preferentemente, el decantador de extracción utilizado es un extractor en contra-corriente. En el presente documento, la expresión decantador de extracción se debería entender de forma que incluya diversos tipos de decantadores de extracción, incluidos extractores en contra-corriente, decantadores de tipo espiral, de tipo recipiente con criba y de tipo recipiente para sólidos. En determinadas realizaciones de acuerdo con la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento, se somete la suspensión a un proceso de extracción suficiente para retirar al menos 70% en peso de bagazo. En determinadas realizaciones de acuerdo con la tercera realización, el proceso de extracción consiste en un decantador de extracción. Un decantador de extracción se puede operar con diversos ajustes, dependiendo del tamaño y parámetros de la máquina particular y la cantidad de bagazo a retirar. También se encuentra dentro del ámbito de la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento la utilización de más de un decantador de extracción para retirar al menos 70% en peso o al menos 75% en peso de bagazo de la suspensión. En determinadas realizaciones de acuerdo con la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento, el contenido de sólidos de la micela que abandona el decantador de extracción es de 5-20% en peso, preferentemente de 7-18% en peso (con respecto al peso total de la micela), considerándose los sólidos como bagazo, resina y caucho. En determinadas realizaciones de acuerdo con la tercera realización de los procesos divulgados en el presente documento, la micela que abandona el decantador de extracción contiene 1-10% en peso de caucho y 1-10% en peso de resina. En otras realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la micela contiene 3-7% en peso de caucho y 3-9% en peso de resina. En determinadas realizaciones de acuerdo con la tercera realización del proceso divulgado en el presente documento, cuando se utilice un decantador de extracción y se desee reducir la viscosidad de la micela, es posible añadir parte o la totalidad del disolvente adicional (es decir, disolvente orgánico polar, disolvente orgánico no polar o una

combinación de los mismos) directamente al decantador de extracción para reducir la viscosidad de la micela que abandona el decantador de extracción a menos de 300 milipascal·segundo (300 centipoise) o menos de 200 milipascal·segundo (200 centipoise). Se contempla también específicamente que la etapa del proceso de extracción (p. ej., que utiliza un decantador de extracción) con su retirada de una parte del bagazo presente en la suspensión se pueda usar en combinación con la adición de un disolvente adicional (es decir, disolvente orgánico polar, disolvente orgánico no polar o una combinación de los mismos) para proporcionar una micela modificada que contiene relativamente menos bagazo y, de este modo, tiene un contenido de sólidos apropiado para el procesamiento mediante la siguiente etapa de retirada de bagazo (que, en determinadas realizaciones, conlleva el uso de una centrífuga de disco). Debería apreciarse que cuando el contenido de sólidos del material que entra en la centrífuga de disco es relativamente bajo (p. ej., dentro del intervalo de 5-10% en peso), se puede utilizar una centrífuga de disco relativamente más pequeña.

Como se ha comentado anteriormente, en determinadas realizaciones particulares de la segunda realización de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión se somete a un proceso de prensado para retirar al menos 60% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión), produciendo así una micela. El proceso de prensado puede implicar el uso de una prensa de tornillo. Una prensa de tornillo es un tipo de máquina que contiene un tornillo dentro de una cámara cuya longitud está rodeada por un material cilíndrico de tipo criba. El tornillo se hace girar, lo que provoca que el material del interior de la cámara se comprima a través de la cámara y hacia arriba contra la criba. El eje del tornillo puede tener un diámetro mayor hacia el extremo del eje de modo que el diámetro creciente empuja el material sólido hacia la criba, de modo que el líquido es expulsado a través de la criba. Generalmente, se empuja el material sólido a largo del tornillo y se puede comprimir contra la criba pero pasa a través de la misma. A medida que el tornillo gira, se va acumulando material sólido en el extremo de la cámara. Este material sólido se denomina a menudo torta de prensado. En el extremo de la cámara se ubica un tapón o puerta (el tapón o puerta se llama a menudo cono). El cono normalmente se mantiene cerrado mediante aire a presión y cuanto mayor es la presión del aire, mayor es la fuerza con la que el tornillo debe comprimir la torta de prensado para abrirla y mayor es la cantidad de líquido expulsado a partir de la torta de prensado. La mayoría de las prensas de tornillo pueden funcionar en continuo. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la suspensión se somete a un proceso de prensado suficiente para retirar el menos 70% en peso de bagazo. En determinadas realizaciones, el proceso de compresión se logra mediante una prensa de tornillo. En realizaciones en las que se utiliza una prensa de tornillo, se puede trabajar en diferentes condiciones de funcionamiento, dependiendo del tamaño y de los parámetros de operación de la prensa de tornillo particular que se utilice. Existen diversas prensas de tornillo comercialmente disponibles, incluyendo, aunque no de forma limitativa, las comercializadas por Vincent Corporation (Tampa, Florida).

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento en las que se utiliza una prensa de tornillo, se opera con un ajuste de 20-100 rpm y a una retro presión de 5-15 psi (34,5-103,4 kPa) (preferentemente de 5-10 psi (34,5-69 kPa). También se encuentra dentro del ámbito de los procesos divulgados en el presente documento la utilización de más de una prensa de tornillo o el paso del bagazo a través de la prensa de tornillo más de una vez (con adición de un co-disolvente adicional a la torta prensada de bagazo antes del segundo prensado) para retirar al menos 70% en peso o al menos 75% en peso de bagazo a partir de la suspensión. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, el contenido de sólidos de la micela que abandona la prensa es de 5-20% en peso, preferentemente de 5-10% en peso (basado en el peso total de la micela), considerándose los sólidos como bagazo, resina y caucho. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la micela (licor) que abandona la prensa contiene del 1-10% en peso de caucho y de 1-10% en peso de resina; en otras realizaciones, la micela contiene de 3-7% en peso de caucho y de 3-9% en peso de resina.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la retirada de bagazo de la suspensión para producir una micela se logra utilizando un extractor en contra-corriente. En determinadas realizaciones, el bagazo retirado por el extractor en contra-corriente comprende 60-95% en peso del bagazo que está presente en la suspensión; en otras realizaciones 70-95% o incluso 75-95%. En determinadas realizaciones que utilizan el extractor en contra-corriente, la mezcla de bagazo y disolventes (es decir, la suspensión) se mezcla en un extractor por separado durante un período de tiempo antes de usar el extractor en contra-corriente, con un tiempo adicional para permitir que el disolvente entre en contacto con la materia vegetal y solubilice el caucho y las resinas presentes en las células rotas de la materia vegetal. En otras realizaciones, la mezcla de bagazo y disolventes (es decir, la suspensión) no se mezcla previamente antes de añadirla al extractor en contra-corriente o solo se mezcla previamente antes de añadirla al extractor en contra-corriente. El extractor en contra-corriente funciona de acuerdo con el principio general de circulación o movimiento de sólidos en un sentido, mientras se produce una circulación o movimiento de líquido (p. ej., disolventes) en sentido opuesto, aumentando así el contacto entre sólidos y líquido. Son posibles diversas configuraciones particulares de extractores en contra-corriente y resultan apropiadas para su uso en los procesos divulgados en el presente documento.

En determinadas realizaciones en las que se utiliza un extractor en contra-corriente, la materia vegetal que se mezcla con los disolventes para formar la suspensión se deja en contacto con los disolventes durante un período de tiempo suficiente para permitir la solubilización del caucho y de la resina que está presente en las células vegetales rotas de la materia vegetal, antes de retirar la mayor parte del bagazo del extractor en contra-corriente. En algunas de dichas realizaciones, la materia vegetal se deja en contacto con los disolventes durante 0,3-3 horas antes de retirar la mayor parte del bagazo del extractor en contra-corriente; en otras realizaciones 0,5 horas-1,5 horas. Debería entenderse que la materia vegetal se puede dejar en contacto con los disolventes durante un período de

tiempo más largo como, por ejemplo, 1-8 horas o 3-8 horas antes de retirar la mayor parte del bagazo del extractor en contra-corriente. Los períodos de tiempo contacto indicados incluyen el tiempo (medio) durante el cual la materia está en contacto con los disolventes en el extractor en contra-corriente, así como el tiempo durante el cual la materia vegetal esté en contacto con los disolventes en el extractor por separado, si se utiliza dicho extractor por separado.

En determinadas realizaciones en las que se utiliza un extractor en contra-corriente, el extractor en contra-corriente está configurado de modo que contiene múltiples etapas o niveles que contienen cada uno de ellos bagazo que se ha sometido a los disolventes para variar y aumentar la cantidad de tiempo. Dentro de estas etapas, el bagazo se desplaza a través del extractor en contra-corriente con una cinta transportadora, tornillo transportador u otro tipo de aparato transportador. En lo que se puede considerar el nivel o etapa final, que es donde el bagazo ha estado en contacto con el disolvente durante el período de tiempo más largo, se retira el bagazo del extractor en contra-corriente (por ejemplo, utilizando una cinta transportadora, tornillo transportador u otro tipo de aparato transportador). En determinadas realizaciones, el bagazo que se está retirando del extractor en contra-corriente se somete a aclarado con disolvente nuevo (es decir, la mezcla de disolvente orgánico no polar y disolvente orgánico polar) para retirar al menos parte del caucho que se puede solubilizar pero que está asociado al bagazo húmedo de disolvente.

En determinadas realizaciones en las que se utiliza un extractor en contra-corriente, el bagazo que se retira del extractor en contra-corriente contiene una mezcla de bagazo y disolvente en cantidades relativas de 40-80% en peso de disolvente; en otras realizaciones, el bagazo que se retira contiene 40-60% en peso de disolvente o un 40-50% en peso de disolvente. En determinadas realizaciones en las que se utiliza un extractor en contra-corriente, el bagazo que se retira del extractor en contra-corriente se comprime o presiona para retirar disolvente adicional. Esta presión o compresión se pueden realizar mediante uno o más métodos que incluyen, aunque no de forma limitativa, una prensa de tornillo, un secador de bandejas, extrusión, desvolatilización, etc.

Adición de disolventes orgánicos adicionales

La siguiente discusión se debería entender como aplicable en general a las realizaciones primera y segunda de los procesos divulgados en el presente documento. De forma adicional, puede resultar útil en determinadas realizaciones de las realizaciones tercera y cuarta de los procesos divulgados en el presente documento la utilización de disolventes orgánicos adicionales y, de este modo, los comentarios también pueden considerarse aplicables a esas realizaciones. Como se ha comentado previamente, en determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se añade un disolvente orgánico polar adicional, disolvente orgánico no polar o una combinación de los mismos (pudiendo ser cada uno de ellos iguales o diferentes con respecto a los disolventes presentes en la suspensión) a la micela para formar una micela de viscosidad reducida. La micela de viscosidad reducida contiene bagazo, caucho solubilizado y resina, así como también disolventes orgánicos. En determinadas realizaciones preferidas, los disolventes orgánicos adicionales añadidos son los mismos que los presentes en la suspensión con el fin de simplificar el proceso. La cantidad de disolvente orgánico polar adicional que se añade es inferior a la cantidad que provoca la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida, ya que el caucho debería permanecer solubilizado en la micela de viscosidad reducida. Como podrán apreciar los expertos en la técnica, la cantidad particular de cualquier(cualesquiera) disolvente(s) adicional(es) añadido(s) dependerá del volumen de la micela y las cantidades relativas de disolventes polar y no polar presentes en la micela, así como también del procesamiento posterior específico al que se someta la micela para retirar el bagazo adicional. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la cantidad de disolvente(s) adicional(es) añadido(s) es una cantidad suficiente para producir una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 300 milipascal·segundo (300 centipoise) (p. ej., 10-300 milipascal·segundo (10-300 centipoise)) y en otras realizaciones menos de 200 milipascal·segundo (200 centipoise) (p. ej., 10-200 milipascal·segundo (10-200 centipoise)). En determinadas realizaciones, la etapa de adición de disolvente orgánico polar adicional, disolvente orgánico no polar adicional o una combinación de los mismos se lleva a cabo dentro de la etapa de retirada de bagazo previa y la viscosidad de la micela es tal que no requiere una reducción posterior. El propósito general detrás de la reducción de la viscosidad de la micela es facilitar la retirada de bagazo de menor tamaño (p. ej., bagazo fino de tamaño inferior a 105 micrómetros y bagazo fino de tamaño superior a 45 micrómetros) en las etapas posteriores del proceso. Como entenderán los expertos en la técnica, la cantidad a la que se reduce la viscosidad de la micela de viscosidad reducida (y, por lo tanto, la cantidad de disolvente(s) o orgánico(s) añadido(s)) viene determinada en gran medida por los parámetros del resto de etapas del proceso, incluyendo especialmente la velocidad y/o el número de etapas de retirada de bagazo de menor tamaño para producir en última instancia el caucho coagulado y el caucho purificado sólido a partir del mismo.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, el contenido de sólidos de la micela de viscosidad reducida o la micela/material líquido que entra en el siguiente proceso de retirada de bagazo es de 2-18% en peso, preferentemente de 5-15% en peso (basado en el peso total de la micela de viscosidad reducida o de la micela/material líquido), incluyendo los sólidos bagazo, caucho y resina. En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera realización de los procesos descritos en el presente documento, la micela de viscosidad reducida (o la micela) contiene 0,5-7% en peso de caucho y 0,5-8% en peso de resina (basado en el peso total de la micela de viscosidad reducida o de la micela).

Como se ha comentado anteriormente, en determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se añade disolvente orgánico polar adicional, disolvente orgánico no polar o una combinación de los

mismos (pudiendo ser cada uno de ellos iguales o diferentes con respecto a los disolventes orgánicos presentes en la suspensión) a la micela, para formar una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 200 milipascal·segundo (200 centipoise) (p. ej., 10-200 milipascal·segundo (10-200 centipoise)). En otras realizaciones, se añade el disolvente orgánico polar adicional, el disolvente orgánico no polar u otra combinación de los mismos a la micela para formar una micela de viscosidad reducida con una viscosidad inferior a 300 milipascal·segundo (300 centipoise) (p. ej., 10-300 milipascal·segundos (10-300 centipoise)). Se puede añadir uno o más disolventes orgánicos. Se puede añadir uno o más disolventes orgánicos polares. Se puede añadir uno o más disolventes orgánicos no polares. La micela de viscosidad reducida contiene bagazo, caucho solubilizado y resina, así como disolventes orgánicos. En determinadas realizaciones preferidas, se añade disolvente orgánico polar adicional a la micela para formar la micela de viscosidad reducida. En determinadas realizaciones preferidas, el disolvente orgánico adicional que se añade es el mismo que al menos un disolvente orgánico polar presente en la suspensión para simplificar el proceso. La cantidad de disolvente orgánico polar adicional que se añade es inferior a la cantidad que provoca la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida, ya que el caucho debería permanecer solubilizado en la micela de viscosidad reducida. Como podrán apreciar los expertos en la técnica, la cantidad particular de disolvente(s) orgánico(s) adicional(es) añadido(s) dependerá del volumen de la micela y las cantidades relativas de disolventes orgánicos polares y no polares presentes en la micela. El propósito general de la reducción de la viscosidad de la micela es facilitar la retirada de bagazo de menor tamaño (p. ej., bagazo fino de tamaño inferior a 105 micrómetros y bagazo fino de tamaño superior a 45 micrómetros) en las etapas posteriores del proceso. Como entenderán los expertos en la técnica, la cantidad a la que se reduce la viscosidad de la micela de viscosidad reducida (y, por lo tanto, la cantidad de disolvente(s) orgánico(s) adicional(es) añadido(s)) viene determinadas en gran medida por los parámetros del resto de etapas del proceso, incluyendo particularmente la velocidad y/o el número de etapas de retirada de bagazo de menor tamaño para producir en última instancia el caucho coagulado y el caucho purificado sólido a partir del mismo. En determinadas realizaciones de acuerdo con la segunda realización de los procesos descritos en el presente documento, el contenido de sólidos de la micela de viscosidad reducida o de material líquido que entra en el siguiente proceso de retirada de bagazo es de 2-18% en peso, preferentemente del 5-15% en peso (basado en peso total de la micela de viscosidad reducida), incluyendo los sólidos bagazo, caucho y resina. En determinadas realizaciones de acuerdo con la segunda realización del proceso descrito en el presente documento, la micela de viscosidad reducida contiene 0,5-7% en peso de caucho y 0,5-8% en peso de resina (basado en el peso total de la micela de viscosidad reducida).

Segunda retirada de bagazo

Como debería resultar evidente a partir de la discusión previa de los procesos divulgados en el presente documento, una vez obtenida la micela retirando la mayor parte del bagazo de la suspensión, queda bagazo adicional en la micela, una parte del cual se debe retirar para generar un producto de caucho final comercialmente aceptable. Como se ha comentado previamente, en las realizaciones primera y tercera de los procesos divulgados en el presente documento, se retira un 80-95% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la micela de viscosidad reducida o la micela de la que se ha retirado la mayor parte del bagazo) de la micela de viscosidad reducida o de la micela para formar una micela purificada. La mayor parte del bagazo que se retira para formar la micela purificada tiene un tamaño de partícula inferior a 105 micrómetros. (En otras palabras, al menos 50% en peso del bagazo que se retira tiene un tamaño de partícula inferior a 105 micrómetros y, en determinadas realizaciones, al menos 90% o 95% en peso del bagazo que se retira tiene un tamaño de partícula inferior a 105 micrómetros. El intervalo de tamaños de partícula del bagazo que se retira se puede determinar secando el bagazo para retirar disolventes orgánicos y a continuación sometiendo la masa seca a análisis de tamaño de partícula, por ejemplo, mediante análisis con criba. Diversos métodos de análisis de tamaño de partícula se conocen bien por los expertos en la técnica. La micela purificada contiene caucho solubilizado y resina, así como disolventes orgánicos. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se retira al menos 85% en peso (p. ej., 85-95% en peso) o al menos 90% en peso (p. ej., 90-95% en peso) del bagazo para formar una micela purificada. En determinadas realizaciones preferidas de acuerdo con las realizaciones primera y tercera de los procesos divulgados en el presente documento, la retirada de bagazo adicional para producir la micela adicionalmente purificada se logra utilizando una centrífuga, de forma opcional, una centrífuga de disco. En determinadas realizaciones, cuando se utiliza una centrífuga de disco, se opera a una velocidad suficiente para generar una fuerza g de 4.000 a 12.000, preferentemente de 7.000 a 10.000. También está comprendido en el alcance de determinadas realizaciones de las realizaciones primeras y tercera de los procesos descritos en el presente documento el uso de más de una centrífuga o más de un método de tratamiento para retirar el bagazo adicional para obtener la micela purificada. En determinadas realizaciones de los procesos descritos en el presente documento, el contenido de sólidos de la micela purificada es de 2-16% en peso, preferentemente de 3-12% en peso (basado en el peso total de la micela purificada), incluyendo los sólidos caucho, resina y bagazo. En determinadas realizaciones de acuerdo con los procesos descritos en el presente documento, la micela purificada contiene 0,5-7% en peso de caucho y 0,5-8% en peso de resina (basado en el peso total de la micela purificada).

Purificación adicional de la micela purificada

Como se ha indicado anteriormente, en determinadas realizaciones adicionales de los procesos divulgados en el presente documento, se trata la micela purificada para retirar bagazo adicional, obteniéndose así una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión). En dichas

realizaciones, 0,01-0,5% de bagazo o incluso 0,01-0,1% de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión) permanece en la disolución de caucho purificado. Un 90-99% (en peso) de bagazo adicional que se retira (de la micela purificada) tiene un tamaño de partícula superior a 45 micrómetros y, en otras realizaciones, 95-99% en peso del bagazo adicional que se retira tiene un tamaño de partícula superior a 45 micrómetros. La disolución de caucho purificado contiene caucho solubilizado y resina solubilizada (procedente de la materia vegetal) así como disolvente orgánico polar y no polar. En determinadas realizaciones preferidas, la retirada de bagazo adicional de la micela purificada se logra filtrando, de forma opcional utilizando un filtro de tipo elemento barra-criba que contiene aberturas de 45 micrómetros o menos, continuamente rascado por una hoja rotatoria. Los filtros de tipo elemento de barra-criba se caracterizan por un filtro de criba con abertura de un tamaño específico a través del cual se hace pasar fluido. Los sólidos de mayor tamaño que las aberturas son atrapados por el filtro de criba y se retiran del filtro de criba mediante rascado, por ejemplo, mediante una hoja rotatoria. Los sólidos pueden caer entonces al fondo del aparato de filtración, donde se pueden recoger y/o descargar de forma periódica. Se pueden utilizar otros procesos incluyendo, aunque no de forma limitativa, otros métodos de filtración, para retirar bagazo adicional de la micela purificada para producir una disolución de caucho purificado que contiene 0,01-1% de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión). También está comprendido dentro del alcance de los procesos descritos en el presente documento el uso de más de un filtro o más de un método de tratamiento para retirar el bagazo adicional, produciéndose de este modo una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión).

Disolventes orgánicos

En cualquiera de las realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, los disolventes orgánicos presentes en la suspensión (o en la disolución de caucho de guayule solubilizada de la tercera realización) y cualesquiera disolventes orgánicos adicionales (disolvente orgánico polar, disolvente orgánico no polar, o una combinación de los mismos) añadidos a la micela para formar una micela de viscosidad reducida o en cualquier otra etapa del proceso pueden ser idénticos o diferentes (es decir, en general se puede utilizar un disolvente orgánico no polar y en general un disolvente orgánico polar o, de forma alternativa, se puede utilizar más de uno de cada tipo). Preferentemente, todo el disolvente orgánico no polar utilizado en el proceso es el mismo y todo el disolvente orgánico polar utilizado en el proceso es el mismo.

En cualquiera de las realizaciones anteriores de los procesos divulgados en la presente invención, al menos un disolvente orgánico polar de la suspensión (o presente en la disolución de caucho de guayule solubilizado de la tercera realización) y cualquier disolvente orgánico polar adicional que se haya añadido a la micela para formar una micela de viscosidad reducida o se haya añadido en cualquier otro momento del proceso se puede escoger entre el grupo que consiste en alcoholes que tienen de 1 a 8 átomos de carbono (p. ej., etanol, isopropanol, etanol y similares); éteres y ésteres que tienen de 2 a 8 átomos de carbono; éteres cíclicos que tienen de 4 a 8 átomos de carbono; y cetonas que tienen de 3 a 8 átomos de carbono (p. ej., acetona, metil etil cetona y similares); y combinaciones de los mismos. En determinadas realizaciones preferidas de los procesos divulgados en el presente documento, al menos un disolvente orgánico no polar y cualquier disolvente orgánico no polar adicional son, cada uno, hexano o ciclohexano, siendo al menos un disolvente orgánico polar y cualquier disolvente orgánico polar adicional de forma opcional acetona. Se pueden usar otros disolventes orgánicos polares (individualmente o en combinación) en las realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, con tal de que el disolvente orgánico polar preferentemente forma un solvato con una parte de los materiales extraíbles que no son de caucho (por ejemplo, resinas) y actúe (a determinada concentración) para coagular el caucho natural. En cualquiera de las realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se pueden utilizar mezclas de dos o más disolventes orgánicos polares.

En cualquiera de las realizaciones anteriores de los procesos descritos en el presente documento, al menos un disolvente orgánico no polar que está presente en la suspensión y cualquier disolvente orgánico no polar añadido a la micela para formar una micela de viscosidad reducida o en otra momento del proceso se puede escoger entre el grupo que consiste en alcanos que tienen de 4 a 9 átomos de carbono (por ejemplo, pentano, hexano, heptanos, nonano y similares); cicloalcanos y alquil cicloalcanos que tienen de 5 a 10 átomos de carbono (por ejemplo, ciclohexano, ciclopentano y similares); compuestos aromáticos y compuestos aromáticos sustituidos con alquilo que tienen de 6 a 12 átomos de carbono (por ejemplo, benceno, tolueno, xileno y similares); y combinaciones de los mismos. En determinadas realizaciones preferidas de acuerdo con la primera, segunda y tercera realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, al menos un disolvente orgánico polar de la suspensión y cualquier disolvente orgánico polar adicional son cada uno acetona, y el al menos un disolvente orgánico no polar de la suspensión y cualquier disolvente orgánico no polar adicional son opcionalmente hexano o ciclohexano. Se pueden utilizar otros disolventes orgánicos no polares (individualmente o en combinación) en las realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, siempre que el disolvente orgánico no polar forme un solvato preferentemente con el caucho natural. En cualquiera de las realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se pueden utilizar las mezclas de dos o más disolventes orgánicos no polares.

Como se ha comentado previamente, en determinadas realizaciones de los procesos descritos en el presente documento, la cantidad relativa de al menos un disolvente orgánico no polar y al menos un disolvente orgánico polar presente en la suspensión es de 50-90% en peso y de 10-50% en peso, respectivamente, basado en la cantidad total de disolvente orgánico. En determinadas realizaciones preferidas, la cantidad del al menos un disolvente orgánico no polar es de 60-85% en peso y la cantidad del al menos un disolvente orgánico polar es de 15-40% en peso. En determinadas

realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, es ventajoso controlar o ajustar la viscosidad de la mezcla de disolventes orgánicos combinados (es decir, al menos un disolvente orgánico no polar y al menos un disolvente orgánico polar) hasta 10-1000 milipascales segundo (10-1000 centipoise), particularmente para determinadas partes del proceso, tales como la parte de suspensión donde el caucho y la resina se solubilizan a partir de las células rotas de la planta. En algunas de las realizaciones mencionadas, la viscosidad de la mezcla disolventes orgánicos combinados se controla o ajusta a 35-800 milipascales segundo (35-800 centipoise). Serán útiles viscosidades relativamente altas en los intervalos anteriores para una parte del proceso donde tiene lugar la solubilización del caucho y la resina procedente de las células rotas de la planta para maximizar la solubilización y minimizar la sedimentación de las partículas de bagazo. Por el contrario, una viscosidad relativamente baja en los anteriores intervalos será útil para la parte del proceso donde el caucho y la resina ya se hayan solubilizado, pero el bagazo se está lavando para asegurar que el caucho y la resina solubilizados se retienen con el líquido/disolvente en vez de con el disolvente-bagazo húmedo.

Aspectos generales

En diversas realizaciones de acuerdo con los procesos divulgados en el presente documento, se pueden usar opcionalmente uno o más antioxidantes junto con la materia vegetal, la suspensión o en otro momento del proceso de recuperar el caucho de la materia vegetal. En realizaciones preferidas de los procesos divulgados en el presente documento, se añaden uno o más antioxidantes a la disolución de caucho purificada antes de aumentar la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con el disolvente orgánico no polar. Sin embargo, en otras realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se pueden añadir uno o más antioxidantes en uno o más puntos diferentes durante el proceso. Preferentemente, cuando se añaden uno o más antioxidantes, se añaden después de retirar al menos 80%, al menos 85% o al menos 90% del bagazo de la micela con viscosidad reducida. Alternativamente, en determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se pueden añadir uno o más antioxidantes a la materia vegetal antes de su incorporación a la suspensión. Los compuestos adecuados para su uso como uno o más antioxidantes en los procesos divulgados en el presente documento incluyen, pero no de forma limitativa, 2,6-di-t-butil-4-metilfenol (conocido también como 2,6-di-t-butil-p-cresol); N-(1,3-dimetilbutil)-N'-fenil-1,4-bencenodiamina; octadecil-3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato (comercialmente disponible como Irganox® 1076); 4,6-bis (octiltiometil)-o-cresol (comercialmente disponible como Irganox® 1520), fenoles monohidratados con impedimento estérico, tales como 6-t-butil-2,4-xilenol, fenoles estirenados, octilfenoles butilados; bisfenoles, por ejemplo 4,4'-butilidenbis(6-t-butil-m-cresol), bisfenol A polibutilado, hidroquinonas con impedimento estérico, tales como 2,4-di-t-amilhidroquinona; polifenoles, tal como copolímero de p-cresol-diciclopentadienobutilado; sulfuros fenólicos, tales como 4,4'-tiobis(6-t-butil-3-metil-fenol), bisfenol fosfitos alquilados-arilados tales como tris(nonilfenil)fosfito, triazinatrionas tales como triéster de hidroxicinnamator alquilado de tris(2-hidroxietil)-triazinatriona, tris(alquilhidroxibencil)-triazinatriona; ésteres de pentaeritritol tales como tetrakis(metilen-3,5-di-t-butil-4-hidroxihidrocinnamato)-metano; difenilaminas sustituidas tales como difenilaminas octiladas, p-(p-toluensulfonamido)-di-fenilamina, difenilamina nonilada, productos de reacción de diisobutileno-difenilamina; dihidroquinolinas tales como 6-dodecil-1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinolina; polímeros de dihidroquinolina tales como polímero de 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinolina; mercaptobencimidazoles tales como 2-mercaptobencimidazol; ditiocarbamatos metálicos tales como dibutilditiocarbamato de níquel, diisobutilditiocarbamato de níquel, dimetilditiocarbamato de níquel; productos de reacción de cetona/aldehído-arilamina tales como productos de condensación de anilina-butiraldehído, productos de reacción de diarilamina-cetona-aldehído; y p-fenilendiaminas sustituidas, tales como di-b-naftil-p-fenilenfenilendiamina y N-fenil-N'-ciclohexil-p-fenilendiamina. La cantidad total del antioxidante empleada en aquellas realizaciones de los procesos divulgados que utilizan al menos un antioxidante en el presente documento puede estar dentro del intervalo de 0,2% a 2% en peso del caucho sólido purificado producido en última instancia mediante el proceso (basado en el peso del caucho sólido purificado que contiene menos de 0,5% en peso de disolvente).

Como se ha comentado anteriormente, la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con el disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada se aumenta con el fin de coagular el caucho que se solubiliza en la disolución de caucho purificada. En determinadas realizaciones, se aumenta la cantidad de disolvente orgánico polar añadiendo disolvente orgánico polar adicional. En otras realizaciones, se aumenta la cantidad relativa de disolvente orgánico polar eliminando el disolvente orgánico no polar. Se aumenta la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en un sentido que da lugar a que el caucho presente en la disolución de caucho purificada comience a coagularse. La cantidad particular de disolvente orgánico polar adicional que se añade y/o la cantidad particular de disolvente orgánico no polar que se retira depende del volumen de la micela y las cantidades relativas de disolventes orgánicos polares y no polares contenidos en la micela y de la cantidad deseada de coagulación del caucho. El caucho de peso molecular elevado (que es generalmente más deseable en términos de un producto final) coagulará en primer lugar. En determinadas realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y tercera realizaciones, se controla la coagulación de tal manera que el caucho de peso molecular elevado (preferentemente el caucho con un peso molecular de al menos 800.000 (por ejemplo, 800.000-1.500.000) incluso de forma más preferente, al menos 1.000.000 (por ejemplo, 1.000.000-1.500.000)) coagula y el caucho de peso molecular bajo permanece en disolución. Los pesos moleculares del caucho a los que se hace referencia en el presente documento se determinan mediante GPC, utilizando un patrón de poliestireno.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, puede ser útil permitir alguna cantidad de tiempo de sedimentación de tal manera que la fracción que contiene el caucho de peso molecular elevado pueda separarse de la fracción más ligera que contiene el caucho de peso molecular bajo y también la

resina. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, se puede utilizar un fraccionador (opcionalmente con forma de cono) para ayudar en la separación de forma que la fracción de caucho de peso molecular elevado más pesada sedimente en la parte inferior de los fraccionadores y se pueda recuperar (tal como mediante bombeo) de la parte inferior. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la recuperación de caucho de peso molecular elevado es continua para mantener una interfaz de fase constante o relativamente constante dentro del fraccionador. La fase superior (que contiene caucho y resina de peso molecular bajo) puede separarse y reciclarse o reutilizarse de diversas maneras. En determinadas realizaciones, la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con el disolvente orgánico no polar puede aumentarse añadiendo disolvente orgánico polar adicional y retirando el disolvente orgánico no polar. En determinadas realizaciones, se puede añadir uno o más de un disolvente orgánico polar adicional a la disolución de caucho purificada en una cantidad total a fin de coagular el caucho solubilizado en la anterior. En realizaciones preferidas, cuando se añade disolvente orgánico polar adicional, es el mismo disolvente orgánico polar que está presente en la suspensión. En otras realizaciones de acuerdo con la primera, segunda y tercera realizaciones, cuando se añade disolvente orgánico polar adicional, puede ser un disolvente orgánico polar diferente del incluido en la suspensión.

Como se ha comentado anteriormente, de acuerdo con los procesos divulgados en el presente documento, se puede producir caucho sólido purificado a partir del caucho coagulado que coagula en la disolución de caucho purificada. Se pueden utilizar diversos procesos para aislar el caucho sólido purificado. Estos procesos comprenden generalmente la retirada del disolvente (principalmente el disolvente orgánico no polar, pero también algo del disolvente orgánico polar) asociado al caucho coagulado. Se puede retirar el disolvente residual procedente del caucho coagulado evaporando el disolvente tal como con la aplicación de calor y/o vacío. En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, el disolvente residual se retira en una o en múltiples fases (dos, tres, cuatro, cinco o más) que incluyen el uso de calor y vacío. En determinadas realizaciones, el calor que se aplica preferentemente aumenta la temperatura del caucho coagulado por encima del punto de ebullición de los disolventes orgánicos residuales asociados al caucho coagulado. En determinadas realizaciones, esta temperatura es de 40ºC a 100ºC para facilitar la retirada del disolvente. En determinadas realizaciones, la presión se reduce a 10-100 kPa (3-30 pulgadas de Hg) para facilitar la retirada del disolvente. El disolvente que se retira puede condensarse y recuperarse para uso posterior. En realizaciones preferidas, el caucho sólido purificado que se produce tiene un peso molecular de al menos 800.000 (por ejemplo, 800.000-1.500.000), incluso de forma más preferente al menos 1.000.000 (por ejemplo, 800.000-1.500.000), basándose el peso molecular en un patrón de poliestireno. La cantidad de disolvente que se retira del caucho coagulado variará de acuerdo con el uso deseado y el método de transporte. En determinadas realizaciones, el caucho sólido purificado puede recogerse en fardos. En realizaciones preferidas, no más de 2% en peso, preferentemente no más de 1% en peso e incluso de forma más preferente no más de 0,8% en peso de materia volátil (basado en el peso total del caucho sólido purificado) permanece en el caucho sólido purificado después que se ha sometido a una o más etapas de retirada del disolvente. Como se ha comentado anteriormente, de acuerdo con determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, cuando el caucho sólido purificado contiene 0,8% en peso de materia volátil, contendrá también 0,05-0,5% en peso de suciedad, 0,2-1,5% en peso de ceniza y 0,1-4% en peso de resina. (Debe entenderse que el caucho sólido purificado producido de acuerdo con los procesos divulgados en el presente documento puede contener relativamente más o menos disolvente orgánico, y que se proporciona 0,8% en peso de materia volátil como un contenido a modo de ejemplo para determinar si se ha conseguido una retirada suficiente de suciedad, ceniza y resina. En determinadas realizaciones preferidas, el caucho sólido purificado contiene 0,8% en peso o menos de materia volátil.

En determinadas realizaciones de los procesos divulgados en el presente documento, la cantidad de caucho que se recupera de la suspensión representa al menos 95% en peso (por ejemplo, 95-99% en peso o 95-98% en peso) de caucho que está presente en la suspensión que contiene materia vegetal. Preferentemente, en dichas realizaciones, la materia vegetal es de arbustos de guayule. En determinadas realizaciones más preferidas de los procesos divulgados en el presente documento, la cantidad de caucho que se recupera de la suspensión representa al menos 96% en peso (por ejemplo, 96-99% en peso o 96-99% en peso) del caucho que está presente en la suspensión que contiene la materia vegetal. En determinadas realizaciones, la materia vegetal es de arbustos de guayule. En realizaciones preferidas de los procesos divulgados en el presente documento, la cantidad de caucho que se recupera de la suspensión representa al menos 98% en peso del caucho que está presente en la suspensión que contiene la materia vegetal. Preferentemente, en dichas realizaciones, la materia vegetal es de arbustos de guayule. Se puede determinar el caucho total presente en la suspensión que contiene la materia vegetal siguiendo un método similar al utilizado para determinar el bagazo total presente en la suspensión, como se ha comentado anteriormente, excepto basándose en los sobrenadantes obtenidos a partir de centrifugaciones y aclarado repetidos. Una vez que se ha retirado todo el bagazo de la muestra de la suspensión (usando el procedimiento repetido de centrifugación y aclarado anteriormente descrito), se recogen las partes de sobrenadante y se coagula el caucho presente en las mismas mediante adición de disolvente polar adicional (la resina permanecerá solubilizada). El disolvente polar se debería añadir hasta más allá del punto en el que se inicia la coagulación para garantizar la coagulación del caucho de peso molecular bajo, así como la del caucho de peso molecular alto. El caucho coagulado se puede separar posteriormente mediante filtración de los disolventes, aclarado con varias fracciones adicionales de disolvente polar puro (añadiéndose el aclarado a la parte del disolvente que contiene la resina). Tras el secado (para retirar cualquier disolvente residual), se pesa el caucho y se puede calcular la cantidad total de caucho de la suspensión original que contiene materia vegetal. La resina total presente en la suspensión que contiene materia vegetal se puede

determinar secando el disolvente que quede una vez que el caucho coagula (añadiendo en todos los aclarados de disolvente polar adicional usados para aclarar el caucho coagulado).

Temperatura

Tal como se ha comentado previamente, múltiples aspectos de los procesos de acuerdo con la invención se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC, y diferentes aspectos del proceso se pueden llevar a cabo a la misma temperatura o a temperaturas diferentes) y una presión de 35 a 1000 kPa. En determinadas realizaciones de acuerdo con los procesos divulgados en el presente documento, múltiples aspectos del proceso se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-50ºC (preferentemente aquellos aspectos del proceso denotados como (a)-(e) en varias realizaciones del presente documento y/o que cumplen la descripción de estar antes de la etapa en la que se retira el disolvente orgánico del caucho coagulado). Como entenderán los expertos en la materia, la temperatura o temperaturas particulares a las que se llevar a cabo los aspectos individuales de los procesos pueden variar dependiendo de la identidad del al menos un disolvente orgánico polar y el al menos un disolvente orgánico no polar utilizados. Sin embargo, se pretende que esos aspectos de los procesos divulgados en el presente documento destinados a la retirada del bagazo de la suspensión para producir una micela; adición de disolvente orgánico polar adicional para producir una micela de viscosidad reducida; retirada de 80-95% en peso de bagazo de la micela de viscosidad reducida (o la micela) formen una micela purificada; y opcionalmente tratamiento de la micela purificada para retirar bagazo adicional, produciendo de esta forma una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo se llevarán a cabo a una temperatura o temperaturas por debajo del punto de ebullición de la mezcla de al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar utilizados. Aspectos posteriores de los procesos (es decir, aumentar la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con el disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada de manera que coagule el caucho y se produzca un caucho sólido purificado a partir del caucho coagulado) se llevan a cabo preferentemente a una temperatura o temperaturas superiores al punto de ebullición de al menos un disolvente orgánico polar y/o por encima del punto de ebullición de la micela de al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar.

Múltiples etapas dentro de cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta realizaciones de los procesos descritos en el presente documento se llevan a cabo preferentemente de una forma continua. En determinadas realizaciones de la primera y segunda realizaciones de los procesos descritos en el presente documento, (a)-(g) se llevan a cabo de forma continua.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos tienen solamente fines ilustrativos, y no se pretende que limiten el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que se entiende normalmente por parte del experto en la materia a la que pertenece la tecnología de la presente solicitud. Aunque la presente solicitud se haya ilustrado mediante la descripción de realizaciones de la misma, y aunque las realizaciones se hayan descrito con bastante detalle, no es intención de los solicitantes restringir o limitar en modo alguno el alcance de las reivindicaciones adjuntas a dicho detalle. Los expertos en la técnica podrán apreciar fácilmente ventajas y modificaciones adicionales. Por consiguiente, la solicitud, en sus aspectos más amplios, no se limita a los detalles específicos, las realizaciones representativas y los ejemplos ilustrativos mostrados y descritos. Por consiguiente, se pueden realizar variaciones de dichos detalles sin desviarse del espíritu o alcance del concepto general de la invención del solicitante.

Ejemplo 1

Se preparó una muestra para simular la recuperación de caucho a partir de una fuente de caucho que no es *Hevea*. Se usó un frasco principal para preparar una muestra que tenía 500 ml de volumen y formada por 12,4% (p/p) de partículas finas insolubles (las partículas finas insolubles eran el bagazo y el polvo/suciedad de la recolección de pellas de arbustos de guayule), 4,8% (p/p) de caucho soluble (obtenido a partir de la coagulación de un látex de caucho natural procedente de arbustos de guayule) y 1,6% (p/p) de resina mixta soluble con caucho degradado. La resina mixta soluble con caucho degradado y las partículas finas insolubles se obtuvieron a partir de pellas de arbustos de guayule usando una mezcla de co-disolvente con 80% en peso de hexano y 20% en peso de acetona. Las pellas se prepararon aproximadamente 1,5 años antes, a partir de arbustos de guayule cortados y almacenados. En el momento del uso, las pellas contenían una humedad despreciable, en caso de contener humedad alguna. Las partículas finas insolubles, el caucho soluble y la resina mixta soluble con caucho degradado se disolvieron usando un co-disolvente de acetona y hexano (el co-disolvente contenía 80% en peso de hexano y 20% en peso de acetona). La muestra se agitó manualmente y después se vertió rápidamente en tubos de centrífuga de 15 ml (con agitación manual entre los vertidos).

Para simular la etapa de retirada de bagazo, se llevaron a cabo ensayos de centrifugación introduciendo los tubos de centrífuga de 15 ml en un frasco de centrífuga Flottweg usando configuraciones de 1000 x g (Muestra 1-A) y 3000 x g (Muestra 1-B) las veces indicadas a continuación en la Tabla 1. Se llevó a cabo un tercer tratamiento usando por primera vez una configuración 1000 x g durante 5 minutos y sometiendo a continuación la fracción centrifugada de dicho ensayo a un segundo tratamiento de centrifugación a 3000 x g (Muestra 1-C). Tras completar la centrifugación, las muestras de

ensayo se extrajeron y se analizaron para determinar la cantidad de compactación de los sólidos y % en volumen de material sedimentado (los resultados se muestran en la Tabla 1). A continuación, la fracción centrifugada se separó de los sólidos por decantación. La fracción centrifugada decantada se analizó tras retirada del disolvente (para retirar todo o prácticamente todo el disolvente y dejar atrás tanto los sólidos solubles como los insolubles). El porcentaje en peso de sólidos insolubles remanentes puede entonces calcularse y compararse con el objetivo de no más de 6% de sólidos insolubles (los resultados se muestran en la Tabla 2). Posteriormente, los sólidos de la parte inferior del tubo se analizaron para determinar las cantidades relativas de sólidos solubles e insolubles presentes en el mismo (los resultados se muestran en la Tabla 2).

		TABLA 1		
	Configuración de la centrífuga	**Tiempo (minutos)**	**Volumen de sedimento (%)**	**Envasado**
Muestra 1-A	1000 x g	1	30	compacto medio
		2	30	compacto medio
		5	30	compacto medio
Muestra 1-B	3000 x g	1	30	compacto medio
		2	30	compacto medio
		5	30	compacto medio

TABLA 2	
Análisis de la sustancia seca	
Etapa de ensayo	% de sólidos disueltos
Muestra alimentada (antes de la centrifugación)	23,8
Muestra alimentada (antes de la centrifugación)	22,5
Fracción centrifugada de 1000 x g, 5 minutos	11,6 (7,0% soluble y 4,6% insoluble)
Fracción centrifugada de 3000 x g, 5 minutos	10,5 (7,1% soluble y 3,4% insoluble)

Ejemplo 2

Para simular la recuperación de caucho a partir de una fuente de caucho que no es *Hevea*, se prepararon varios lotes de disolución de caucho con diferentes % de partículas finas como material de alimentación (se prepararon las disoluciones a partir de pellas de arbustos de guayule y co-disolvente de 80/20 hexano/acetona que se sometieron a diferentes tratamientos incluyendo e tratamiento con prensa de tornillo). Se llevaron a cabo conjuntos de experimentos con diferentes caudales para una fuerza G de 68,64 km/s^2 (7.000 x g) (configuración baja) y 117,68 km/s^2 (12.000 x g) (configuración alta). Se recogieron muestras de la fracción centrifugada de diferentes conjuntos de experimentos tras la centrifugación usando una centrífuga de disco Westfalia Modelo CTC1. Esta centrífuga de disco contiene un recipiente con una capacidad de volumen de 1 litro, y puede contener hasta 0,5 litros de sólidos. Tras la centrifugación, las muestras de caucho sólido se coagularon a partir de la fracción centrifugada añadiendo acetona adicional a la fracción centrifugada hasta coagular el caucho (por lo general, la coagulación del caucho se produce para una relación en peso de hexano/acetona 1,2:1). El disolvente se decantó a partir del caucho coagulado y se eliminó el disolvente del caucho húmedo mediante secado en un horno de vacío a 70ºC. Las concentraciones de cenizas y suciedad en las muestras de caucho seco se analizaron de acuerdo con la norma ASTM D1278-91. Los resultados se resumen en la Tabla 3.

TABLA 3							
% de partículas finas en la alimentación		ID de muestra	Fuerza G	Caudal (l/min)	% de ceniza en caucho	% de suciedad en caucho	Valor más elevado de TSR alcanzado
% p/p	% v/v						
0,06	0,15	2688-131	7.000	0,25	0,22	0,07	TSR-10
			12.000	0,25	0,17	0,15	TSR-20
0,42	1	2688-139	7.000	0,5	0,53	0,16	TSR-20

TABLA 3							
% de partículas finas en la alimentación		ID de muestra	Fuerza G	Caudal (l/min)	% de ceniza en caucho	% de suciedad en caucho	Valor más elevado de TSR alcanzado
% p/p	% v/v						
				1	0,67	0,16	TSR-20
				1,5	0,69	0,09	TSR-20
			12.000	0,5	0,34	0,09	TSR-10
				1	0,31	0,05	TSR-CV
				1,5	0,47	0,16	TSR-20
0,58	1,4	2688-129	7.000	1,25	0,73	-	
			12.000	0,5	0,15	-	
1,6	3,8	2688-137	7.000	0,5	0,44	-	
				1	0,54	0,14	TSR-20
				1,5	0,61	0,06	TSR-10
			12.000	0,5	0,24	0,04	TSR-CV
				1	0,56	0,07	TSR-10
				1,5	0,60	0,13	TSR-20
5,31	12,6	2688-141	7.000	0,5	0,61	0,16	TSR-20
				1	0,86	0,22	TSR-50
				1,5	1,34	0,26	TSR-50
			12.000	0,5	0,27	0,12	TSR-50
				1	0,45	0,07	TSR-10
				1,5	0,53	0,17	TSR-20
6,83	16,2	2688-143	7.000	0,5	1,17	0,32	TSR-50
				1	1,64	0,38	
				1,5	1,81	-	
			12.000	0,5	0,72	0,08	TSR-10
				1	1,32	0,14	TSR-50
				1,5	1,20	0,05	TSR-50

A partir de estos experimentos, se muestra que una elevada fuerza centrífuga G puede separar los materiales de alimentación con partículas finas por debajo de aproximadamente 13% (v/v) para caudales de hasta 1,5 l/minuto para producir un caucho sólido final que generalmente cumple con la norma ISO TSR-50. (ISO ha especificado seis calidades diferentes para el caucho natural, por lo que el caucho está técnicamente especificado. Las calidades se denominan TSR (Technically Specified Rubber (caucho técnicamente especificado). TSR L (caucho de alta calidad y color claro preparado a partir de látex), TSR CV (caucho de látex de alta calidad y viscosidad estabilizada), TSR 5 (caucho de látex de alta calidad, más oscuro que TSR L), TSR 10 y 20 (buenas calidades derivadas de coagulación en campo, adecuados para fines generales), TSR 50 (contenido de suciedad de hasta 0,50% en peso. Las especificaciones y características de las calidades TSR se resumen en la Tabla 4). Con un menor caudal de 0,5 l/minuto, la centrífuga de sobremesa particular podía todavía gestionar el material alimentado con una cantidad de partículas finas de 16,2% (v/v), cuando se opera en la configuración de fuerza G más alta. Para materiales de alimentación con 12,6% (v/v) de partículas finas, el caudal se tuvo

que limitar a 1 l/minuto para que el caucho sólido final cumpliera la norma TSR-50 y no tuviera más de 0,5% en peso de suciedad y no más de 1,5% en peso de ceniza.

TABLA 4						
Parámetros	**Calidades**					
	TSR CV	**TSR L**	**TSR 5**	**TSR 10**	**TSR 20**	**TSR-50**
Suciedad (máx.) % en peso	0,05	0,05	0,05	0,10	0,20	0,50
Ceniza (máx.) % en peso	0,60	0,60	0,50	0,75	1,00	1,50
Nitrógeno (máx.) % en peso	0,60	0,60	0,50	0,60	0,60	0,60
Materia volátil (máx.) % en peso	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Plasticidad de Wallace inicial Po (Mín.)		30	30	30	30	30
Índice de retención de plasticidad PRI (Mín.)	60	60	60	50	40	30
Escala de color Lovibond (valor individual, máx.)		6				
Viscosidad Mooney (ML, 1+4, 100ºC)	60±5					

Ejemplo 3 (Preparación de pellas de arbustos de guayule)

Se cortaron arbustos de guayule que tenían aproximadamente 7 años de por encima de la raíz durante el invierno. Los arbustos cortados se dejaron en el campo para que se secaran. Sin embargo, durante la recolección, se produjeron precipitaciones intensas que ralentizaron la velocidad de secado. Debido a la lluvia, no se llevó a cabo la operación de retirada de hojas, pero basándose en el hecho de que no se había producido el rebrote de hojas primaveral, el porcentaje de peso de las hojas se estimó en menos de 20% (en base seca). Aproximadamente 3 semanas después de la comenzar la recolección, los arbustos cortados se sometieron a un corte grueso hasta un diámetro máximo de aproximadamente 0,95 cm (3/8 pulgadas) usando una trituradora/cortadora. Los trozos de arbusto cortados se introdujeron en recipientes cubiertos y se transportaron hasta la ubicación de formación de pellas. Tras su recepción en la ubicación de formación de pellas, los recipientes se abrieron de forma inmediata. Cuatro días después de la recepción del material cortado, se inició el procesado (el procesado comenzó aproximadamente 4 semanas después de la recolección). Todo el cargamento del material de guayule cortado se molió en primer lugar en un molino de martillos usando una criba de 1,3 cm (1/2 pulgadas). El material resultante se hizo pasar a continuación sobre una criba vibratoria de malla metálica 20 para retirar partículas finas. El material con tamaño mayor que quedó sobre la criba se sometió a formación de pellas usando una boquilla de 0,64 cm (1/4 pulgadas). Se encontró que el contenido de humedad final de las pellas era de 16% en peso y, tras su análisis (usando extracción Soxhlet con azeótropo de acetona/pentano), se encontró que las pellas contenían 9% de resina y 4,4% de caucho. Las pellas se enviaron en un recipiente de 208 litros (55 galones) en forma de tambor que se abrió tras su recepción, se purgó con nitrógeno y se volvió a sellar.

Ejemplo 4 (Uso de una prensa de tornillo para retirar el bagazo)

Se usó una muestra de suspensión de 15,9 kilogramos (35 libras). La suspensión se preparó combinando pellas formadas por materia vegetal de guayule (como se describe en el Ejemplo 3, anterior) hexano y acetona. Las pellas se analizaron mediante prensa de tornillo aproximadamente 2 meses después de la formación de pellas. (Tras su recepción a partir de la ubicación de formación de pellas, las pellas se almacenaron en un tambor de plástico de 208 litros (55 galones) que se había cerrado, purgado con nitrógeno y sellado). La composición objetivo de la suspensión fue 18% en peso de bagazo, 57% en peso de hexano, 14% en peso de acetona, 5% en peso de caucho y 6% en peso de resina (el bagazo, caucho y resina procedían todos de las pellas). Se usó una prensa de tornillo de Vincent Corporation (modelo número CP-4) para separar una cantidad de bagazo de la suspensión, y se evaluaron varias combinaciones de presión de descarga y velocidad del tornillo. También se evaluaron tres cribas diferentes con tamaños de malla metálica y forma diferentes. Dos cribas contenían aberturas en forma de ranura (una con aberturas de 0,043 cm (0,017 pulgadas) de anchura y la otra con aberturas de 0,028 cm (0,011 pulgadas) de anchura). La tercera criba tenía aberturas circulares con un diámetro de 0,058 cm (0,023 pulgadas). Como se proporciona en la Tabla 5 siguiente, se procesaron varios lotes de la suspensión a través de la prensa de tornillo, usando las combinaciones indicadas de velocidad de la prensa de tornillo y contrapresión. Los lotes 1-3 usaron la criba con aberturas en forma de ranura de 0,043 cm (0,017 pulgadas), los lotes 4-12 usaron la criba con aberturas en forma de ranura de 0,028 cm (0,011 pulgadas) y los lotes 13-17 usaron la criba con aberturas circulares de 0,058 cm (0,023 pulgadas). El líquido (licor) que contiene los disolventes solubilizados, el caucho solubilizado, las resinas solubilizadas, y algo de bagazo se recogió a la salida de la prensa de tornillo. El bagazo que se había acumulado en la torta de la prensa se recogió por separado.

Para la mayoría de los lotes, se tomaron muestras de la suspensión de alimentación (también denominada suspensión original), el licor de la prensa y la torta de bagazo prensado. Los porcentajes en peso de partículas finas

y caucho en las muestras de licor de prensa se determinaron sometiendo las muestras del licor de prensa a centrifugación y, a continuación, el sobrenadante de la centrifugación se coaguló (mediante adición de acetona). El porcentaje en peso de disolvente en las muestras de torta de prensa de bagazo se determinó pesando la muestra de torta antes y después de secar durante la noche en un horno de vacío a 70ºC. La eficacia de separación de sólidos se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación: eficacia de separación de sólidos = ((% de biomasa en la suspensión original) - (% de partículas finas en el licor de prensa)) / (% de biomasa + agua en la suspensión original). La eficacia de separación de líquido se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación: eficacia de separación de líquido = ((% de líquido en la suspensión original) - (% de líquido en la torta del filtro)) / (% de fase líquida en la suspensión original). (La fase líquida incluye acetona, hexano y resina y caucho disueltos). Aunque se sabe que el porcentaje de sólidos en la suspensión de alimentación afecta a la eficacia de separación de la prensa de tornillo, dicho factor se minimizó en los lotes analizados por que % de biomasa + agua en la suspensión original (suspensión de alimentación) se mantuvo en aproximadamente 22%.

Tabla 5									
			Análisis del licor				**Análisis de la torta de bagazo**		
Lote n.º	Velocidad de la prensa (rpm)	Retro presión Pa (psi)	% de partículas finas	% de partículas finas ajustado*	% de caucho	Eficacia de separación de sólidos	Disolvente en la torta	Disolvente en la torta (adj)*	Eficacia de separación de líquido
1	100	68.947,6 (10)	8,1	8,1	--	0,58	--	--	--
2	60	68.947,6 (10)	15,2	14,0	5,5	0,37	--	--	--
3	45	68.947,6 (10)	16,8	16,8	6,2	0,16	--	--	--
4	45	68.947,6 (10)	8,7	11,2	4,1	0,50	48	52,5	0,32
5	100	103.421,4 (15)	--	--	4,4	--	28,5	31,2	0,60
6	100	34.473,8 (5)	6,7	8,3	4,7	0,61	40	41,7	0,47
7	60	34.473,8 (5)	11,5	12,9	4,1	0,39	48,8	49,9	0,37
8	150	34.473,8 (5)	11,5	14,6	3,8	0,31	35,8	49,6	0,37
9	150	68.947,6 (10)	8,5	11,2	4,0	0,55	39,3	48,5	0,36
10	150	68.947,6 (10)	--	--	--	--	--	50,2	--
11	140	68.947,6 (10)	11,1	13,9	5,5	0,34	38,6	44,2	0,44
12	160	68.947,6 (10)	6,8	8,2	2,5	0,53	43,2	51,2	0,38
13	100	68.947,6 (10)	11,2	16,2	5,1	0,48	43,2	50,1	0,27
14	60	68.947,6 (10)	9,6	13,5	4,6	0,52	41,2	49,0	0,32
15	40	68.947,6 (10)	8,9	12,3	4,3	0,55	42,0	50,2	0,31
16	25	68.947,6 (10)	7,5	9,5	4,4	0,55	43,8	46,2	0,41
17	25	34.473,8 (5)	6,8	8,7	4,6	0,60	43,6	50,8	0,35

* Los números ajustados tienen en cuenta la pérdida de disolvente que se produce por evaporación debido a que la maquinaria no estaba sellada (por compensación del disolvente perdido). La pérdida de disolvente se calculó como el peso de la suspensión menos el peso de la torta húmeda menos el peso de líquido purificado.

Como se puede observar tras una revisión de los datos de la Tabla 5, la prensa de tornillo puede conseguir una eficacia de separación de sólidos mayor de 50% para cada tipo de malla operada bajo al menos un conjunto de condiciones.

Ejemplo 5 (Uso de una prensa de tornillo para retirar el bagazo)

Se prepararon cantidades de 15 litros (cuatro galones) de suspensión combinando pellas de guayule húmedas con acetona, hexano y caucho seco. Antes de preparar la suspensión, se encontró que las pellas de guayule húmedas contenían 11,74% en peso de humedad, 6,67% en peso de caucho (en base seca) y 8,44% en peso de resina (en base seca). El caucho seco se obtuvo mediante coagulación de una muestra de látex de guayule Yulex, al que se había añadido 1 phr del antioxidante Santoflex 134 antes de la coagulación). Se mezclaron 2,52 kilogramos (5,56 libras) de pellas húmedas con 381,47 gramos de caucho seco en 6,7 kilogramos (14,9 libras) de hexano y 1,7 kilogramos (3,72 libras) de acetona para producir la suspensión. La suspensión alimentada contenía aproximadamente 19% de biomasa y la fase líquida de la suspensión (aproximadamente 81% en peso) contenía aproximadamente 6% en peso de caucho,

2% en peso de resina y 92% en peso de disolvente orgánico. Las muestras de la suspensión se sometieron a dos tipos de evaluación en prensas de tornillo. La primera utilizó una prensa de tornillo/molino de aceite francés fabricado por la French Oil Mill Machinery Company y el segundo utilizó una prensa de tornillo fabricada por Vincent Corporation. Esta prensa de tornillo era un dispositivo de extrusión de husillo de Vincent Corporation (modelo n.º CP-4).

El líquido (licor) que contiene los disolventes solubilizados, el caucho solubilizado, las resinas solubilizadas, y algo de bagazo (partículas finas) se recogió a la salida de la prensa de tornillo. El bagazo que se había acumulado en la torta de la prensa se recogió por separado. El licor y el bagazo se analizaron con los mismos procedimientos descritos anteriormente en el Ejemplo 4. Se encontró que el licor contenía 4,23% en peso de partículas finas (biomasa sólida), basándose en el peso total del licor. El porcentaje de fase líquida de la suspensión (es decir, acetona + hexano) que se recuperó como licor fue de 97,88% en peso. El porcentaje de biomasa sólida procedente de la suspensión que se recuperó como torta del filtro fue de 82,56% en peso.

Ejemplo 6 (Uso de una centrífuga con decantación para retirar el bagazo/partículas finas de una suspensión)

Para estimular la recuperación de caucho de una fuente que no es *Hevea* o guayule, se prepararon suspensiones de concentración variable. Cada suspensión utilizó una mezcla de co-disolventes de 80% en peso de hexano y 20% en peso de acetona. Se añadieron sólidos a cada suspensión (consistiendo principalmente en partículas finas insolubles, principalmente bagazo y polvo/suciedad, procedente de caucho previamente recolectado de arbustos de guayule), caucho (obtenido a partir de la coagulación de látex de caucho natural procedente de arbustos de guayule) y resina (resina soluble mixta junto con caucho degradado de una recolección anterior de arbustos de guayule) en cantidades suficientes para proporcionar las composiciones de suspensión resumidas en la Tabla 6.

Tabla 6 (composición de la suspensión de guayule)

	% de sólidos	% de caucho	% de resina
Suspensión 1	20,8	3,4	1,6
Suspensión 2	10,2	3,6	1,6
Suspensión 3	7,2	3,8	1,6
Suspensión 4	5,2	3,7	1,6

Cada suspensión se alimentó individualmente a una centrífuga de tipo decantador (separador Westfalia Modelo CA-225-21-000, disponible de GEA Westfalia Separator Group, Elgin, Illinois). Se usaron diferentes caudales para cada suspensión, variando de 0,004 m^3/min (1,0 galón/minuto) a 0,02 m^3/min (5,5 galones/minuto), como se muestra en la Tabla 6. La centrífuga con decantación utilizada se denomina normalmente centrífuga de tipo recipiente porque tiene aspecto de recipiente, en la que el recipiente permite que los sólidos se separen del líquido. La suspensión entra en el decantador a través de un tubo de alimentación central y fluye hacia el interior de la cámara del distribuidor. Desde la cámara del distribuidor, la suspensión se mueve a través de los puertos hacia el espacio de centrifugación del recipiente, donde se acelera hasta la velocidad de funcionamiento. La centrífuga se configuró con una velocidad diferencial ajustada a 24 rpm y la presa anular se ajustó en 130 milímetros; la velocidad de funcionamiento del recipiente fue de 4.750 rpm, que es igual a una fuerza de 2.500 g. Durante el funcionamiento, los materiales sólidos se adhieren a la pared del recipiente por medio de la fuerza centrífuga. Dentro del recipiente hay un rodillo que funciona ligeramente más rápido que la propia cubierta del recipiente, transportando de este modo los sólidos separados de manera continua hasta el extremo del recipiente. Los sólidos se descargan de la centrífuga a través de puertos en la propia cubierta del recipiente, hacia el interior de la cámara de captación del alojamiento, y se expulsan a través de un conducto de sólidos.

Se tomaron muestras de la fracción centrifugada (micela) y la descarga de sólidos para cada suspensión alimentada y caudal. Se analizaron la fracción centrifugada y los sólidos se analizaron para determinar el % de partículas finas y el % de disolvente, respectivamente. Una parte de la fracción centrifugada de cada una de las suspensiones a cada caudal indicado en la Tabla 6 se trató posteriormente para aislar el caucho presente por medio de adición de acetona adicional hasta que el caucho coaguló (por lo general, la coagulación del caucho se produce a una relación en peso de aproximadamente 1,2:1 hexano/acetona). El disolvente se decantó del caucho coagulado y se eliminó el disolvente del caucho húmedo restante por medio de secado en un horno de vacío a 70ºC. Las concentraciones de cenizas y suciedad en las muestras de caucho seco se analizaron de acuerdo con la norma ASTM D1278-91. Los resultados se resumen en la Tabla 7. La centrífuga con decantación pudo retirar más de 90% del bagazo presente en cada mezcla de suspensión original, independientemente del caudal, y también pudo producir un contenido de sólidos (indicado como % de partículas finas en la Tabla 6) menor de 1% para cada mezcla de suspensión original, independientemente del caudal. En muchos casos, especialmente, el contenido de sólidos de la micela fue menor de 0,5% en peso o incluso menor de 0,3% en peso. Los cambios en los caudales no produjeron ningún impacto coherente sobre el contenido de disolvente en la descarga de sólidos.

Tabla 7

% de partículas finas en la suspensión	Caudal	% de partículas finas en la micela	% de disolvente en la descarga de sólido	% de retirada de bagazo	% de cenizas en caucho seco
% p/p	(litros/minuto) (galones/minuto)	% p/p	% p/p	% p/p	% p/p
5,2	3,79 1,0	0,18	69,3	96[1]	1,05
	7,57 2,0	0,24	65,3		1,14
	11,36 3,0	0,26	62,7		1,14
7,2	20,82 5,5	0,27	54,9	--	1,20
	17,03 4,5	0,40	56,3		1,22
10,2	3,79 1,0	0,31	56	97[1]	--
	7,57 2,0	0,29	54,4		2,19
	11,36 3,0	0,37	60,2		1,37
20,8	11,36 3,0	0,56	53,8	--	1,56

[1] Los porcentajes se pueden considerar como un medio de los tres caudales.

Ejemplo 7 - Molino de martillos, molino de rodillos/trituración y descamación (molienda de trituración)

Se recolectaron arbustos de guayule aproximadamente de 8-36 meses de edad y se ataron en fardos. Se midió el contenido de humedad de los fardos, que fue de aproximadamente 20-25%. Los fardos se alimentaron a una cortadora de madera convencional para reducir el material de guayule a fragmentos de aproximadamente 2,5 cm (1 pulgada). Los fragmentos de guayule cortados se alimentaron en un molino de martillos a mano para una reducción de tamaño adicional. El molino de martillos a continuación transportó neumáticamente el arbusto molido por medio de un ventilador hasta un separador ciclónico. Se usaron tamaños de cribas variables para el molino de martillos (2,5 cm (1 pulgada), 1,3 cm (1/2 pulgadas), 0,32 cm (1/8 pulgadas) y 0,16 cm (1/16 pulgadas)). El arbusto molido se recogió en recipientes y se pesó a medida que se producía.

Todos los arbustos se procesaron a través de una criba Sweco con una criba de malla metálica 20. Se usó la criba para retirar partículas finas del arbusto. Se probó antes y/o después de la molienda.

El arbusto molido se procesó en un molino de trituración (también conocido como molino de rodillos), configurado para tener una velocidad diferencial de rodillos de 1:1,1. Se pudo ajustar la separación entre los rodillos del molino de rallado. El molino de rallado se alimentó usando un alimentador de criba vibratoria, y el material triturado se recogió en contenedores.

El material triturado se transfirió a una trituradora. La trituradora tiene su propio alimentador de rodillo, una velocidad de rodillo diferencial de 1:1,25 y la separación de los rodillos se ajustó en 304,8 µm (0,012 pulgadas). Se tomaron muestras del material triturado, que se conservaron para el análisis de ruptura celular y para determinar el contenido inicial de caucho del arbusto. Parte del material triturado quedó retenido para pasar por la trituradora una segunda y una tercera vez. El material triturado se recogió en contenedores y se pesó. El material triturado final se refrigeró hasta que estuvo listo para su extracción.

La determinación de % de caucho y resina en las muestras se realizó usando muestras de 9-10 gramos de material de guayule, extracción Soxhlet durante 6 horas con co-disolvente (31 ml de acetona, 170 ml de pentano) para solubilizar el caucho y la resina. El caucho solubilizado (presente en la fase de pentano) se aisló usando coagulación con metanol,

centrifugado y secado. De forma más específica, se transfirieron 20 ml del extracto de la extracción Soxhlet a un tubo de centrífuga y se añadieron 20 ml de metanol para coagular el caucho. El tubo y su contenido se centrifugaron a 1.500 rpm durante 20 minutos para separar el caucho coagulado del disolvente. El sobrenadante del tubo se decantó a un matraz y se reservó para determinar el % de resina. El tubo y sus contenidos de caucho coagulado se aclararon con una alícuota de acetona (10 ml) y la acetona se vertió fuera del tubo en el interior del matraz que contenía el sobrenadante decantado. El caucho coagulado restante del interior del tubo se introdujo a continuación en un horno de vacío que se había precalentado a 60ºC y se secó a vacío durante 30 minutos. Tras enfriar a temperatura ambiente, el tubo se pesó, y se calculó la cantidad de caucho de su interior. El contenido de resina (presente en la fase de acetona) se determinó mediante el uso del matraz que contenía el sobrenadante y la acetona decantada. El disolvente se evaporó del matraz en una campana extractora hasta casi sequedad. Los contenidos restantes se secaron adicionalmente introduciendo el matraz en un horno a 110ºC durante 30 minutos. Tras enfriar, el matraz se pesó, y se calculó la cantidad de resina que quedaba en el matraz. Los resultados se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8

Condiciones	**% de humedad medio**	**% de caucho medio (base seca)**	**% de resina medio (Base seca)**
Triturado y molido con martillos, 1,3 cm (1/2 pulgadas)	26,79	2,34	6,70
Triturado y molido con martillos, 0,32 cm (1/8 pulgadas)	22,29	3,12	6,78
Triturado y molido con martillos, 0,32 cm (1/8 pulgadas) y tamizado en malla metálica 20 y triturado	19,67	4,98	6,96
Triturado y molido con martillos, 0,32 cm (1/8 pulgadas) y tamizado en malla metálica 20 y tres pases de triturado	19,52	5,61	7,33

En la medida en la que se utiliza el término "incluye" o "incluir" en la memoria descriptiva o en las reivindicaciones, se pretende que sea inclusivo de manera similar al término "comprender" como se interpreta cuando se utiliza como término transicional en una reivindicación. Asimismo, cuando se utiliza el término "o" (p. ej., A o B) se pretende que tenga el significado de "A o B, o ambos". Cuando los solicitantes pretenden indicar "solo A o B, pero no ambos", se utiliza el término "solo A o B, pero no ambos". Por consiguiente, el uso del término "o" en el presente documento es inclusivo, y no exclusivo. Véase Bryan A. Garner, *A Dictionary of Modern Legal Usage* 624 (2.ª Ed. 1995). Además, cuando el término "en" se utiliza en la memoria descriptiva o en las reivindicaciones, se pretende que tenga además el significado de "en" o "sobre". Asimismo, cuando se utiliza el término "conectar" en la memoria descriptiva o en las reivindicaciones, se pretende que signifique no solo "directamente conectado a", sino también "indirectamente conectado a", por ejemplo, conectado a través de otro u otros componentes.

Aunque la presente solicitud se ha ilustrado mediante la descripción de realizaciones de la misma, y aunque las realizaciones se han descrito con bastante detalle, no es intención de los solicitantes restringir o limitar en modo alguno el alcance de las reivindicaciones adjuntas a dicho detalle.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para aumentar la recuperación de caucho a partir de plantas que no son *Hevea* que comprende:

A. utilizar briquetas que comprenden (i) materia vegetal cortada comprimida que tiene un tamaño medio de 3,8 cm (1,5 pulgadas) o menos, que comprende bagazo, caucho, resina, agua residual y (ii) no más de 5% en peso de hojas de una planta que no es *Hevea*, en el que las briquetas tienen una densidad que es 40-325% mayor que la densidad de la materia vegetal no comprimida;

B. someter las briquetas a un proceso de extracción con disolvente orgánico por el cual las briquetas se mezclan con al menos un disolvente orgánico polar y al menos un disolvente orgánico no polar para formar una suspensión que contiene materia vegetal, disolventes orgánicos y 0,5-10% en peso de agua; y

C. procesar la suspensión para retirar el bagazo y la resina y recuperar al menos 95-99% en peso del caucho presente en las briquetas.

2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la materia vegetal cortada procede de arbustos de guayule y (B) y (C) y comprende:

a. preparar una suspensión de (i) las briquetas, en la que las briquetas contienen materia vegetal de una planta que no es *Hevea* que comprende bagazo, caucho y resina, (ii) al menos un disolvente orgánico no polar y (iii) al menos un disolvente orgánico polar, en el que la suspensión contiene 10-50% en peso de materia vegetal de las briquetas, 50-90% en peso de agua de (ii) y (iii) combinados, y 0,5-10% en peso de agua procedente de la materia vegetal;

b. retirar la mayoría del bagazo de la suspensión para producir una micela y una primera parte de bagazo;

c. opcionalmente, añadir de disolvente orgánico polar adicional, disolvente orgánico no polar, o una combinación de los mismos, a la micela para formar una micela de viscosidad reducida donde cualquier disolvente orgánico polar y disolvente orgánico no polar pueden ser iguales o diferentes de los utilizados en (a) y donde la cantidad de cualquier disolvente orgánico polar adicional que se añade es menor que la cantidad que produce la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida;

d. retirar 80-95% en peso de bagazo de la micela resultante de (b) o (c) (basado en el peso total del bagazo presente en la micela) para formar una micela purificada y una segunda fracción de bagazo, en el que la mayoría del bagazo que se retira tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros;

e. opcionalmente, tratar la micela purificada para retirar bagazo adicional, produciendo de esta forma una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión), en el que 90-99% del bagazo adicional que se retira tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros;

f. aumentar la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con el disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada para coagular el caucho; y

g. producir caucho sólido purificado a partir del caucho coagulado en el que, cuando dicho caucho sólido purificado contiene 0,8% en peso de materia volátil, también contiene 0,05-0,5% en peso de suciedad, 0,2-1,5% en peso de ceniza y 0,1-4% en peso de resina;

en el que al menos (a)-(e) se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC y a una presión de 35 a 1.000 kPa.

3.- El método que se proporciona en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que las briquetas contienen al menos un antioxidante.

4.- El método que se proporciona en la reivindicación 2, en el que al menos una de las etapas (b) y (d) comprende el uso de una centrífuga.

5.- Un proceso basado en disolvente orgánico para la retirada de caucho de plantas que no son *Hevea,* que comprende:

a. utilizar una suspensión que contiene (i) materia vegetal que no es *Hevea*, comprendiendo la materia vegetal bagazo, caucho y resina; (ii) al menos un disolvente orgánico no polar; y (iii) al menos un disolvente orgánico polar, en el que la suspensión contiene 10-50% en peso de materia vegetal, 50-90% en peso de (ii) y (iii) combinados, y 0,5-10% en peso de agua procedente de la materia vegetal;

b. retirar una mayoría del bagazo de la suspensión para producir una micela y una primera parte de bagazo;

c. opcionalmente, añadir un disolvente orgánico polar adicional, disolvente orgánico no polar, o una combinación de los mismos, a la micela para formar una micela de viscosidad reducida en el que cualquier disolvente orgánico

polar y disolvente orgánico no polar pueden ser iguales o diferentes de los utilizados en (a) y en el que la cantidad de cualquier disolvente orgánico polar adicional que se añade es menor que la cantidad que produce la coagulación del caucho presente en la micela de viscosidad reducida;

d. retirar 80-95% en peso de bagazo de la micela resultante de (b) o (c) (basado en el peso total del bagazo presente en la micela) para formar una micela purificada y una segunda fracción bagazo en el que la mayoría del bagazo que se retira tiene un tamaño de partícula menor de 105 micrómetros;

e. opcionalmente, tratar la micela purificada para retirar más bagazo, produciendo de este modo una disolución de caucho purificada que contiene 0,01-1% en peso de bagazo (basado en el peso total de bagazo presente en la suspensión) en el que 90-99% del bagazo adicional que se retira tiene un tamaño de partícula mayor de 45 micrómetros;

f. aumentar la cantidad relativa de disolvente orgánico polar en comparación con el disolvente orgánico no polar en la disolución de caucho purificada para coagular el caucho; y

g. producir caucho sólido purificado a partir del caucho coagulado en el que, cuando dicho caucho sólido purificado contiene 0,8% en peso de materia volátil, también contiene 0,05-0,5% en peso de suciedad, 0,2-1,5% en peso de ceniza y 0,1-4% en peso de resina;

en el que al menos (a)-(e) se llevan a cabo a una temperatura o temperaturas de 10-80ºC y a una presión de 35 a 1000 kPa.

6.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la materia (i) vegetal que no es *Hevea* es materia vegetal de guayule.

7.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 2, reivindicación 5 o reivindicación 6, en el que la mayoría del bagazo retirado de la suspensión en (b) es 60-95% en peso del bagazo presente en la suspensión.

8.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 2, reivindicación 5 o reivindicación 6, en el que la retirada de la mayoría del bagazo de (b) es mediante el uso de una prensa de tornillo y la mayoría es 51-60% en peso.

9.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 2, reivindicación 5 o reivindicación 6, en el que la retirada de la mayoría del bagazo de (b) es mediante el uso de un extractor en contracorriente y la mayoría es 70-95% en peso.

10.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 2, reivindicación 5 o reivindicación 6, en el que la materia vegetal de la suspensión ha estado en contacto con los disolventes (ii) y (iii) durante 0,3 a 3 horas antes de (b).

11.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 2, reivindicación 5 o reivindicación 6, en el que 80-95% en peso de bagazo que se retira en (d) se retira mediante una centrífuga.

12.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 2, reivindicación 5 o reivindicación 6, en el que la materia vegetal comprende un arbusto de guayule cortado incluyendo la corteza y el tejido leñoso, de forma que no más de 5% en peso del material vegetal comprende hojas.

13.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 2, reivindicación 5 o reivindicación 6, en el que el disolvente orgánico no polar y cualquier disolvente orgánico no polar adicional es hexano o ciclohexano, y el disolvente orgánico polar y cualquier disolvente orgánico polar adicional es acetona.

14.- El proceso de acuerdo con una cualquiera de la reivindicaciones 1-12 o 13, en el que (ii) al menos un disolvente orgánico no polar; y el (iii) al menos un disolvente orgánico polar están presentes en cantidades en peso relativas de 50-90% y 10-50%, respectivamente.

15.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el disolvente orgánico no polar de hexano o ciclohexano está presente en una cantidad del 50-90% en peso y el disolvente orgánico polar de acetona está presente en una cantidad de 10-50% en peso.