

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 411**

51 Int. Cl.:

D21B 1/02 (2006.01)

D21B 1/12 (2006.01)

D21B 1/36 (2006.01)

D21C 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2011 E 11773890 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2622126**

54 Título: **Proceso para recuperar azúcares de una corriente de pretratamiento de biomasa lignocelulósica**

30 Prioridad:

29.09.2010 IT TO20100792

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

07.06.2016

73 Titular/es:

**BETA RENEWABLES S.P.A. (100.0%)
Strada Ribrocca 11
15057 Tortona (AL), IT**

72 Inventor/es:

**OTTONELLO, PIERO;
FERRERO, SIMONE;
TORRE, PAOLO;
CHERCHI, FRANCESCO y
DE FAVERI, DANILO**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 573 411 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

Proceso para recuperar azúcares de una corriente de pretratamiento de biomasa lignocelulósica

Antecedentes

5 El pretratamiento de biomasa lignocelulósica por separado previo a la explosión por vapor, es conocido en el arte. La WO 2009/108773 revela un proceso para el pretratamiento de la materia prima de una biomasa celulósica que incluye: un primer reactor presurizado que recibe la materia prima, donde la materia prima se somete a hidrólisis; un dispositivo de estanqueidad que presenta un primer acoplamiento presurizado con la abertura de descarga de materia prima del primer reactor presurizado, y un segundo acoplamiento presurizado con un segundo reactor presurizado; un tubo de descarga para un líquido que incluye material hemicelulósico disuelto, extraído de la materia prima en al menos uno de entre el primer reactor presurizado y el dispositivo de estanqueidad y extracción; un segundo conjunto de reactor presurizado que recibe la materia prima presurizada del dispositivo de estanqueidad a una presión sustancialmente mayor que la presión en el primer reactor presurizado, donde las células de la materia prima son infundidas con agua en el segundo reactor presurizado; y un dispositivo de expansión aguas abajo del segundo conjunto de reactor presurizado, donde el dispositivo de expansión libera fácilmente la presión de la materia prima descargada del segundo reactor presurizado, de tal manera que la materia prima se somete a una reacción de explosión por vapor.

Todas las figuras y realizaciones de la WO 2009/108733 revelan la combinación de todas las corrientes de extracción de líquido que tienen lugar previamente a la reacción de explosión por vapor.

20 Debido a que estas configuraciones y realizaciones describen la combinación de todas las corrientes, la patente WO 2009/108733 deja de revelar un diseño que tenga en cuenta la ventaja de separar las corrientes, por lo tanto se necesita un diseño mejorado que tenga en cuenta la ventaja de las corrientes por separado.

De forma análoga, las patentes US-4 552 616 A y WO-01/32 715 A1 revelan procesos similares que separan los azúcares de la biomasa impregnada mediante etapas de lavado y prensado, donde las partes lavadas y prensadas del líquido son siempre tratadas conjuntamente.

25 Resumen

En la especificación se revela un proceso para el pretratamiento de la materia prima de una biomasa lignocelulósica que comprende: impregnar la materia prima de una biomasa lignocelulósica donde la biomasa impregnada está presente como una mezcla con un líquido libre y donde el líquido libre comprende al menos un compuesto disuelto seleccionado del grupo que consiste en glucosa, xilosa y los respectivos oligómeros de los mismos, lavar la mezcla de biomasa impregnada y el líquido libre, donde al menos una parte del líquido libre que contiene al menos un compuesto disuelto seleccionado del grupo que consiste en glucosa, xilosa y los respectivos oligómeros de los mismos, se separa de la biomasa impregnada para crear una biomasa impregnada lavada y al menos una corriente de líquido libre, comprimir la biomasa impregnada para crear un líquido liberado, separar el líquido liberado de la masa impregnada, y mantener al menos una parte del líquido liberado separado de cualquier líquido libre. Tal como se utiliza en la presente especificación, el término "líquido" en la expresión "líquido libre" hace referencia a una materia que puede estar presente en estado líquido y/o como vapor.

Se revela además que la impregnación se realiza en un reactor de impregnación y al menos una parte del líquido liberado se introduce en el reactor de impregnación.

40 También se revela que la relación de la cantidad de líquido de la materia prima de la biomasa más la cantidad de líquido añadido a la cantidad de materia seca, puede estar en los rangos de 0,5:1 a 10:1, 0,5:1 a 5:1, 0,8:1 a 10:1, 1:1 a 10:1, y 1:1 a 5:1.

Se revela adicionalmente que la relación del peso del líquido libre extraído de la cantidad de líquido comprimido extraído, puede estar en los rangos de 1:1 a 5:1, 1,5:1 a 4:1 y 2:1 a 4:1.

45 Se revela además que la separación de la parte de líquido libre de la biomasa impregnada se realiza en más de una localización previamente a la etapa de prensado y que puede haber más de una etapa de lavado.

Se revela además que la relación de compresión de la etapa de compresión puede estar en un rango de 1,5 a 10.

También se revela que la impregnación puede realizarse a una presión de al menos 1,5 bar y a una temperatura de al menos 110 grados Celsius para crear una biomasa impregnada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una figura esquemática de una de las realizaciones de la invención.

Descripción detallada

- 5 La materia prima para este proceso es una biomasa lignocelulósica. Los materiales lignocelulósicos pueden describirse como sigue a continuación: aparte del almidón, los tres constituyentes principales en la biomasa vegetal son la celulosa, hemicelulosa y la lignina, a los que se denomina comúnmente con el término genérico de lignocelulosas. El término biomasa que contienen polisacáridos, como término genérico incluye tanto biomasa que contienen almidón como biomasa lignocelulósicas. Por lo tanto, algunos tipos de materia prima para el pretratamiento pueden ser biomasa vegetal, biomasa que contiene polisacáridos, y biomasa lignocelulósica.
- 10 Si la biomasa es una biomasa que contiene polisacáridos y es lignocelulósica, el pretratamiento se utiliza a menudo para asegurar que la estructura del contenido lignocelulósico se vuelva más accesible para las enzimas, y al mismo tiempo las concentraciones de subproductos inhibidores perjudiciales, tales como el ácido acético, furfural e hidroximetilfurfural continúen siendo sustancialmente bajas.
- 15 Las biomasa que contienen polisacáridos de acuerdo con la presente invención, incluyen cualquier material que contenga azúcares poliméricas, por ejemplo, en forma de almidón, además de almidón refinado, celulosa y hemicelulosa.
- 20 Los tipos de biomasa relevantes para el pretratamiento y la posterior precipitación de acuerdo con la presente invención, pueden incluir biomasa obtenidas a partir de cultivos agrícolas tales como, por ejemplo: almidón, granos que contienen almidón y almidón refinado; forraje de maíz, bagazo de caña de azúcar, paja, por ejemplo de arroz, trigo, centeno, avena, cebada, colza, sorgo; madera resinosa, por ejemplo *Pinus sylvestris*, *Pinus radiata*; madera de frondosas, por ejemplo *Salix spp.* *Eucalyptus spp.*; tubérculos por ejemplo remolacha, patata; cereales de por ejemplo arroz, trigo, centeno, avena, cebada, colza, sorgo y maíz; papel de deshecho, fracciones de fibra de procesamiento de biogás, fertilizante, residuos de procesamiento de aceite de palma, residuos sólidos municipales o similares.
- 25 La materia prima de la biomasa lignocelulósica es preferiblemente de la familia denominada habitualmente plantas herbáceas. El nombre apropiado es la familia conocida como Poaceae o Gramíneas en la clase Liliopsida (las monocotiledóneas) de las plantas de florecimiento. Las plantas de esta familia se llaman habitualmente plantas herbáceas, o, para distinguirlas de otras gramíneas, hierbas verdaderas. El bambú también está incluido. Existen alrededor de 600 géneros y unas 9.000-10.000 especies o más de herbáceas (Index Kewensis de las Especies mundiales de herbáceas).
- 30 La familia de las Poaceae o poáceas incluye granos alimenticios básicos y cultivos de cereales cultivados alrededor del mundo, césped y hierbas de forraje, y bambú. Las poáceas generalmente presentan tallos huecos denominados cañas, que presentan zonas más abultadas (sólidas) en intervalos llamados nudos, los puntos a lo largo de la caña en los cuales surgen las hojas. Las hojas de estas herbáceas son habitualmente alternas, *dísticas* (en un plano) o rara vez espirales, y paralelinervias. Cada hoja está diferenciada por una *vaina* inferior que envuelve el tallo en un tramo y un *limbo* con márgenes habitualmente completos. Los limbos de la hoja de muchas herbáceas están endurecidos con fitolitos silíceos, lo que ayuda a disuadir a los animales de pasto. En algunas herbáceas (tales como la cisca) esta característica hace que los bordes de los limbos de las hierbas sean lo suficientemente afilados para cortar la piel humana. Un anexo membranoso o una franja pilosa, denominada la *lígula*, se encuentra en la
- 35 unión entre la vaina y el limbo, que evita que el agua o insectos penetren en el interior de la vaina.
- 40 Los limbos de las gramíneas crecen desde la propia base de dicho limbo y no a partir de las puntas alargadas de los tallos. Este punto de crecimiento bajo es una respuesta evolutiva ante los animales de pasto y permite que las gramíneas se usen como pasto o se corten regularmente sin provocar graves daños a la planta.
- 45 Las flores de las poáceas se disponen de forma características en *espiguillas*, donde cada espiguilla presenta uno o más flósculos (las espiguillas se agrupan adicionalmente en panículas o espigas). Una espiguilla consiste en dos (o a veces menos) brácteas en la base, llamadas *glumas*, seguido de uno o más flósculos. Un flósculo consiste en la flor rodeada por dos brácteas llamadas la *lemma* (la externa) y la *pálea* (la interna). Las flores son habitualmente hermafroditas (el maíz, monoico, es una excepción) y la polinización es casi siempre anemófila. El perianto está reducido a dos escalas, llamadas *lodículas*, que se expanden y contraen para extender la lemma y la pálea;
- 50 generalmente, se entiende que éstas son sépalos modificados.
- El fruto de las poáceas es una cariósida en la que cubierta de la semilla está fusionada con la pared del fruto y por tanto, no puede separarse de la misma (como en un grano de maíz).

Existen tres clasificaciones generales de hábitos de crecimiento presentes en las herbáceas; de tipo racimo (también llamadas cespitosas) y rizomatosas.

El éxito de las herbáceas yace en parte en su morfología y procesos de crecimiento, y en parte en su diversidad fisiológica. La mayoría de las herbáceas se dividen en dos grupos fisiológicos, que utilizan las vías fotosintéticas C3 y C4 para la fijación del carbono. Las herbáceas C4 presentan una vía fotosintética ligada a la anatomía de la hoja de tipo Kranz especializada que las adapta particularmente a climas calurosos y a una atmósfera baja en dióxido de carbono.

Se hace referencia a las herbáceas C3 como “herbáceas de la temporada fría” mientras que las plantas C4 se consideran “herbáceas de la temporada cálida”. Las herbáceas pueden ser anuales o perennes. Ejemplos de herbáceas anuales de temporada fría son trigo, centeno, hierba de punta (espiguilla, *Poa* anual y avena). Ejemplos de herbáceas perennes de temporada fría son pasto ovillo (dáctilo, *Dactylis glomerata*), festuca (*Festuca* spp), pasto azul de kentucky y ballico perenne (*Lolium perenne*). Ejemplos de herbáceas de temporada cálida son maíz, pasto sudán y mijo perla. Ejemplos de herbáceas perennes de temporada cálida son *Andropogon gerardii*, *Sorghastrum nutans*, grama común y pasto varilla.

Una clasificación de la familia de las herbáceas reconoce doce subfamilias: estas son 1) *Anomochlooideae*, un pequeño linaje de herbáceas de hojas anchas que incluye dos géneros (*Anomochloa*, *Streptochaeta*); 2) *Pharodeae*, un pequeño linaje de herbáceas que incluye tres géneros, incluyendo *Pharus* y *Leptaspis*; 3) *Puelioideae* un pequeño linaje que incluye *Puelia* del género Africano; 4) *Pooideae* que incluye trigo, cebada, avena, bromo veloso (*Bromus*) y alpiste arundináceo (*Calamagrostis*); 5) *Bambusoideae* que incluye bambú; 6) *Ehrhartoideae*, que incluye arroz, y arroz salvaje; 7) *Arundinoideae*, que incluye caña gigante y caña común 8) *Centothecoideae*, una pequeña subfamilia de 11 géneros que algunas veces se incluye en *Panicoideae*; 9) *Chloridoideae* incluyendo pasto llorón (*Eragrostis*, ca. 350 especies, incluyendo teff), espartillo (*Sporobolus*, unas 160 especies), mijo de dedo (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), y zacates (*Muhlenbergia*, ca. 175 especies); 10) *Panicoideae* incluyendo panizo, maíz, sorgo, caña de azúcar, la mayoría de los mijos, including panic grass, maize, sorghum, sugar cane, most millets, fonio y *Andropogon*. 11) *Micrairoideae*; 12) *Danthoniodeae* incluyendo hierba de las pampas; con *Poa* que es un género de aproximadamente 500 especies de herbáceas, nativa de las regiones templadas de ambos hemisferios.

Las herbáceas agrícolas cultivadas por sus semillas comestibles se denominan cereales. Tres cereales comunes son el arroz, el trigo y el maíz. De todos los cultivos, el 70% son herbáceas.

La caña de azúcar es la principal fuente de la producción de azúcar. Existen herbáceas que se utilizan para la construcción. El andamiaje realizado con bambú es capaz de soportar vientos con la fuerza de un tifón que romperían un andamiaje de acero. Los bambús más grandes y el *Arundo donax* presentan cañas sólidas que pueden ser utilizadas de forma similar a la madera de construcción, y raíces de las herbáceas estabilizan el tepe de las casas de tepe. El *Arundo* se utiliza para hacer cañuelas para instrumentos de viento madera, y el bambú se utiliza para innumerables utensilios.

Por lo tanto una biomasa lignocelulósica preferida se selecciona del grupo que consiste en las plantas herbáceas. Expresado alternativamente, la biomasa lignocelulósica preferida se selecciona del grupo que consiste en plantas que pertenecen a la familia de las Poáceas o Gramíneas. Otra biomasa lignocelulósica preferida es aquella biomasa que tenga un 5% en peso de su materia seca en forma de celulosa, o más preferiblemente al menos un 10% en peso de su materia seca en forma de celulosa.

El proceso se describirá en la presente patente en referencia a la Figura 1. La materia prima de la biomasa lignocelulósica que debería contener al menos un 5% en peso de celulosa en la materia seca de la materia prima, y más preferiblemente al menos un 10% en peso, se introduce en el reactor de impregnación a través de la corriente S₁. Se añade vapor al reactor de impregnación a una tasa a modo de ejemplo de 0,5 kg vapor/1kg de materia prima de la biomasa, a 10 kg vapor/1 kg de materia prima de la biomasa, dependiendo de la intensidad elegida. El reactor de impregnación (primer reactor presurizado) mantiene la biomasa en presencia de vapor durante aproximadamente 30 minutos hasta 3 horas o más, nuevamente dependiendo de la intensidad deseada. La temperatura de impregnación puede encontrarse en un rango entre 110 °C a 190 °C, o incluso más alta, pero con rendimientos decrecientes. Después de la impregnación, la mezcla de sólidos/líquido/vapor se descarga a través de la corriente de sólidos S₂ hacia el reactor inclinado, generalmente a la misma presión del reactor de impregnación. Tal como se muestra en la Figura 1, existe una corriente de líquido libre, L₁, precedente del husillo de descarga. Debido a que el husillo de descarga puede crear algo de presión sobre la biomasa sólida, esta corriente, L₁, también puede contener algo de líquido liberado. La biomasa sólida se lleva hasta el reactor inclinado con el condensado enfriado, o incluso con adición de agua que fluye contracorriente al flujo del sólido, y que está siendo eliminada a través de la corriente de líquido libre L₂.

Lo que se entiende por líquido libre o agua libre es el agua o líquido que puede ser eliminado mediante tamizado, filtrado, flujo por gravedad, sin comprimir la masa sólida. Una corriente de líquido libre no tiene que estar

necesariamente libre de líquido liberado por la compresión, sino que al menos un 50% de la corriente de líquido libre será líquido o líquidos libre(s). Preferiblemente, una corriente de líquido libre no tendrá más del 5% en peso de líquido libre. Un líquido libre contendrá además los productos solubles de la biomasa lignocelulósica hidrolizada, que incluye ácido acético, glucosa, xilosa y los oligómeros solubles de los mismos.

5 La expresión líquido liberado significa que este líquido, habitualmente agua que contiene otros materiales disueltos, ha sido liberado de la biomasa impregnada, generalmente liberada presionando, prensando, o comprimiendo de algún otro modo la biomasa impregnada para exprimir o liberar el líquido, que es habitualmente agua, que está enlazado en las áreas vacías. Esto puede lograrse mediante, sin limitarse a ello, un filtro prensa, una centrifugadora, rodillos, o un husillo de compresión.

10 Tal como se muestra en la Fig 1, las corrientes de líquido libre L_1 y L_2 se combinan en H_1 , hacia un depósito de retención 1. Si hubiera únicamente una corriente de líquido libre, L_2 y H_1 serían iguales.

Al salir del reactor inclinado, la biomasa se hace pasar mediante la corriente S_3 a una zona de compresión para su preparación para la explosión por vapor. La explosión por vapor tiene lugar después de atravesar la zona de compresión. La zona de compresión contará generalmente con un dispositivo para comprimir los sólidos y desplazar los sólidos a través de la corriente S_4 hacia la explosión por vapor, donde se producen los sólidos por explosión de vapor y se hacen pasar a la siguiente unidad de operación a través de la corriente S_5 .

Lo que se ha descubierto, tal como se muestra en la Tabla 1, es que una corriente L_3 de líquido liberado, que es la corriente de líquido que contiene al menos un 50% del líquido liberado, preferiblemente menos del 5% en peso de líquido libre, obtenido de la presión o compresión de los sólidos lavados, prácticamente no presenta, sorprendentemente, azúcares o compuestos útiles en los procesos de fermentación posteriores, pero sí presenta una cantidad consistente de Acetilo, que es la suma de ácido acético libre y los acetilos que pueden convertirse en Ácido Acético. De igual manera, los glucanos son la suma de la glucosa y los glucooligómeros y glucooligómeros, es decir, celulosa. Los xilanos son la suma de la xilosa y los xilooligómeros y xilopolímeros, es decir hemicelulosa.

La cantidad de compresión en la etapa de compresión se expresa como la relación de la compresión aplicada a la biomasa impregnada lavada y se encuentra preferiblemente en el rango de 1,5 a 10, siendo de 1,5 a 5 de mayor preferencia.

Por lo tanto, la eliminación de la corriente de líquido liberado, L_3 , es en sí misma una ventaja. Sin embargo, debido a su contenido en ácido acético, al menos una parte de la corriente de líquido liberado, L_3 , obtenido a partir de la presión o compresión de la biomasa sólida, puede ser reciclada enviándola al reactor de impregnación, el cual convierte la hidrólisis que tiene lugar en la etapa de impregnación de un proceso de autohidrólisis a una hidrólisis catalizada por ácido, donde el ácido se obtiene de la biomasa lignocelulósica. La ventaja de una hidrólisis ácida de este tipo es que no existe adición de compuestos ácidos que posteriormente resultan problemáticos de eliminar, tales como el ácido sulfúrico.

La corriente de líquido liberado puede también ser tratada previamente a su introducción en el reactor de impregnación para eliminar cualquier compuesto específico no deseado, tal como el furfural. La corriente podría también concentrarse y utilizarse adicionalmente en el proceso. O bien, el ácido acético podría ser recuperado de la corriente.

Tal como puede verse en la Tabla 1, las corrientes de líquido libre L_1 y L_2 , capturadas como H_1 contienen cantidades elevadas de azúcares en relación con la corriente de líquido liberado, L_3 , y puede pasarse por uno o más tratamientos específicos para extraer los azúcares contenidos en las corrientes o recombinados con la corriente de sólidos.

El proceso puede, por lo tanto, ser descrito como un proceso para el pretratamiento de la materia prima de una biomasa lignocelulósica que comprende: impregnar la materia prima de una biomasa lignocelulósica a una presión en un rango de al menos 1,5 bar y hasta 20 bar, y a una temperatura de al menos 110 °C; lavar la biomasa impregnada y separar al menos una parte del líquido libre, donde el líquido libre contiene al menos un compuesto disuelto seleccionado del grupo que consiste en ácido acético, glucosa, xilosa y los oligómeros solubles de los mismos, comprimir la biomasa impregnada, donde la compresión aplicada a la materia prima impregnada lavada crea un líquido liberado y el líquido liberado se separa de la biomasa impregnada, y al menos una parte del líquido liberado no se combina o mezcla con el líquido libre.

50 Tal como se detalla en la Tabla 1, el líquido liberado está prácticamente libre de azúcares, y al menos una parte del líquido liberado puede ser añadido al reactor de impregnación con la materia prima de la biomasa lignocelulósica. Como se ha mencionado anteriormente, la corriente de líquido liberado puede tener algo de líquido libre en la misma. Sin embargo, es preferible que la separación del líquido libre sea tan completa como sea posible, de manera que no se introduzca nada de líquido libre en la etapa de compresión. Por nada de líquido libre se entiende que el

líquido libre que se introduce en la etapa de compresión es menos de la cantidad de líquido liberado, y preferiblemente menos de un 5% de la cantidad del líquido libre.

5 Puede haber una etapa adicional de aplicar una presión a la biomasa impregnada, lavada y comprimida en un rango de 8 bar a 25,5 bar, y hacer pasar la materia prima a un dispositivo de expansión aguas abajo, donde el dispositivo de expansión libera rápidamente la presión de la materia prima, de tal manera que la materia prima se someta a una reacción de explosión por vapor.

10 El proceso puede estar caracterizado además porque el lavado se realiza, únicamente, o al menos en parte, por parte del líquido procedente del vapor de condensación de la etapa de impregnación. Esto se realizaría enfriando el material en el reactor inclinado, de manera que el condensado se condensaría en la parte superior y transcurriría contracorriente al flujo de la biomasa impregnada sólida que se desplaza hacia el reactor inclinado. Si se desea, podría añadirse líquido adicional para lavar la biomasa impregnada en cualquier etapa previa a la etapa de compresión.

15 El reactor inclinado no es necesario, ya que la extracción del líquido podría realizarse a través de un filtro, un tamiz, o incluso un reactor horizontal. Preferiblemente, el reactor presenta un husillo u otro mecanismo para elevar o hacer avanzar los sólidos de la biomasa impregnada a través del reactor.

20 El líquido libre, habitualmente agua, puede separarse de la biomasa impregnada en una localización o en múltiples localizaciones, siempre que se realice previamente a la etapa de compresión y que se separe una cantidad suficiente de líquido libre, de manera que sustancialmente no haya azúcares presentes en el líquido liberado. Sustancialmente ningún azúcar presente en el líquido liberado significa que el líquido liberado tiene menos de un 0,1% en peso de glucosa, xilosa y sus respectivos oligómeros disueltos, siendo preferido un 0,05%, y donde un 0,025% es de mayor preferencia.

25 Debería resultar obvio para un experto en el arte que una manera de controlar el proceso es controlar la cantidad de líquido que sale del proceso antes de la etapa de compresión. Controlando la cantidad de líquido extraído antes de la etapa de compresión, y conociendo la cantidad total de líquido que se introduce en el proceso (por ejemplo, líquido en la biomasa, vapor, líquido de lavado), se controla, por definición, la cantidad de líquido necesariamente eliminado en la etapa de compresión, ya que incluirá el exceso de líquido no eliminado previamente, o el líquido libre, y la adición de líquido comprimido. Se cree que la cantidad de líquido libre que se introduce en la etapa de compresión debería ser mínimo ya que contendrá probablemente azúcares y el líquido liberado de la compresión sustancialmente no contendrá azúcares.

30 Puede verse a partir de la Tabla 1, que la relación de la cantidad de líquido (en este caso, el agua, en la materia prima más la cantidad de agua añadida) con respecto a la materia seca en la materia prima, puede encontrarse en un rango de 0,5:1 a 10:1, donde 0,5:1 a 5:1 es un rango preferido, siendo de 0,8:1 a 10:1 incluso de mayor preferencia, donde de 1:1 a 10:1 es un rango preferido, siendo de 1:1 a 5:1 el de mayor preferencia. Entre mayor es la relación, más cantidad de líquido ha de ser eliminado y tratado.

35 Puede verse por la Tabla 1, que la relación de la cantidad (en peso) de líquido libre separado en relación con la cantidad de líquido separado está dentro del rango de 1:1 a 5:1, más preferiblemente de 1,5:1 a 4:1, siendo de 2:1 a 4:1 de mayor preferencia. Estas cantidades no incluyen la materia seca en las corrientes, que es la cantidad que permanece después de que el agua se evapore de la muestra.

Este proceso puede ejecutarse como un proceso continuo o en lotes.

40

Tabla 1

CÓDIGO	Prueba A			Prueba B			Prueba C			Prueba D			Prueba E					
	MATERIA PRIMA	Arundo donax	Arundo donax	Arundo donax	H1	L3	Materia prima	agua	H1	L3	Materia prima	agua	H1	L3	Bagazo de caña de azúcar			
TEMPERATURA (°C)		155	155	155											155			
PRESION (bar)		4,8	4,8	4,8											4,8			
TIEMPO DE RESIDENCIA (min)		115	125	70											50			
Tasa de flujo (kg/h)		44,6	43,4	45,8	45,8	15,9	27,8	100,0	35,5	13,1	43,1	90,0	51,1	19,1	43,2	125,0	55,1	33,7
Seco (kg/h)		35,0	34,0	3,0	3,0	0,2	25,0	100,0	2,7	0,1	39,0	90,0	2,1	0,2	36,0	125,0	1,9	0,1
Agua (kg/h)		9,6	9,4	42,8	42,8	15,8	2,8	100,0	32,8	13,0	4,1	90,0	49,0	19,0	7,2	125,0	53,3	33,6
Composición (base húmeda)																		
Glucanos (% p)		28,36	28,36%	0,84%	0,84%	0,01%	38,53%		0,93%	0,00%	32,70%		1,19%	0,01%	30,59%		0,18%	0,01%
Xilanos (% p)		20,00%	20,00%	2,53%	2,53%	0,00%	27,16%		2,94%	0,00%	16,91%		2,21%	0,00%	21,36%		1,45%	0,00%
Furfural (% p)		0,00%	0,00%	0,08%	0,08%	0,15%	0,00%		0,05%	0,09%	0,00%		0,11%	0,17%	0,00%		0,05%	0,10%
5-HMF (% p)		0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%		0,01%	0,00%	0,00%		0,02%	0,00%	0,00%		0,01%	0,00%
Acetilo (% p)		2,98	2,98%	0,74%	0,74%	0,93%	1,83%		0,66%	0,57%	2,03%		0,65%	0,50%	1,21%		0,26%	0,16%

Las características composicionales se determinaron utilizando métodos analíticos estándar, los siguientes procedimientos son:

Determinación de carbohidratos y lignina estructurales en la biomasa

Proceso Analítico de Laboratorio (LAP, del inglés "Laboratory Analytical Procedure") Fecha de emisión: 25/04/2008

5 *Informe técnico NREL/TP-510-42618 Revisado en Abril 2008*

Determinación de extractos de biomasa

Proceso Analítico de Laboratorio (LAP) Fecha de emisión: 17/7/2005

Informe técnico NREL/TP-510-42619 Enero 2008

Preparación de muestras para su análisis composicional

10 Proceso Analítico de Laboratorio (LAP) Fecha de emisión: 28/9/2005

Informe técnico NREL/TP-510-42620 Enero 2008

Determinación de los Sólidos totales en la biomasa y los sólidos disueltos totales en las muestras de proceso de líquidos

Proceso Analítico de Laboratorio (LAP) Fecha de emisión: 31/3/2008

15 *Informe técnico NREL/TP-510-42621 Revisado Marzo de 2008*

Determinación de cenizas en biomasa

Proceso Analítico de Laboratorio (LAP) Fecha de emisión: 17/7/2005

Informe técnico NREL/TP-510-42622 Enero 2008

20 Determinación de azúcares, subproductos y productos de degradación en muestras de proceso de fracciones líquidas

Proceso Analítico de Laboratorio (LAP) Fecha de emisión: 08/12/2006

Informe técnico NREL/TP-510-42623 Enero 2008

Determinación de sólidos insolubles en material de biomasa pretratado

Proceso Analítico de Laboratorio (LAP) Fecha de emisión: 21/03/2008

25 *Informe técnico NREL/TP-510-42627 Marzo 2008*

Debe entenderse como evidente que las reivindicaciones no están limitadas a las realizaciones de la especificación.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para el pretratamiento de la materia prima de una biomasa lignocelulósica donde el proceso comprende
 - 5 A) impregnar la materia prima de una biomasa lignocelulósica, donde la biomasa impregnada está presente como una mezcla, con un líquido libre que puede estar presente en los estados de la materia líquido y de vapor, y donde el líquido libre comprende al menos un compuesto disuelto seleccionado del grupo que consiste en glucosa, xilosa y los respectivos oligómeros de los mismos,
 - 10 B) lavar la mezcla de biomasa impregnada y el líquido libre, donde al menos una parte del líquido libre que contiene al menos un compuesto disuelto seleccionado del grupo que consiste en glucosa, xilosa y los respectivos oligómeros de los mismos se separa de la biomasa impregnada para crear una biomasa impregnada lavada y al menos una corriente de líquido libre.
 - C) comprimir la biomasa impregnada a una relación de compresión para crear un líquido liberado,
 - D) separar el líquido liberado de la biomasa impregnada, y
 - E) mantener al menos una parte del líquido liberado separada de cualquier líquido libre.
- 15 2. Proceso según la reivindicación 1, donde la impregnación se realiza en un reactor de impregnación y al menos una parte del líquido liberado se introduce en el reactor de impregnación.
3. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde la relación de la cantidad de líquido en la materia prima de la biomasa más la cantidad de líquido añadido con respecto a la cantidad de materia seca se encuentra en el rango de 0,5:1 a 10:1.
- 20 4. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde la relación de la cantidad de líquido en la materia prima de la biomasa más la cantidad de líquido añadido con respecto a la cantidad de materia seca se encuentra en el rango de 0,5:1 a 5:1.
5. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde la relación de la cantidad de líquido en la materia prima de la biomasa más la cantidad de líquido añadido con respecto a la cantidad de materia seca se encuentra en el rango de 0,8:1 a 10:1.
- 25 6. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde la relación de la cantidad de líquido en la materia prima de la biomasa más la cantidad de líquido añadido con respecto a la cantidad de materia seca se encuentra en el rango de 1:1 a 10:1.
- 30 7. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde la relación de la cantidad de líquido en la materia prima de la biomasa más la cantidad de líquido añadido con respecto a la cantidad de materia seca se encuentra en el rango de 1:1 a 5:1.
8. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la relación del peso del líquido libre eliminado con respecto a la cantidad de líquido comprimido eliminado se encuentra en el rango de 1:1 a 5:1.
9. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la relación del peso del líquido libre eliminado con respecto a la cantidad de líquido comprimido eliminado se encuentra en el rango de 1,5:1 a 4:1.
- 35 10. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la relación del peso del líquido libre eliminado con respecto a la cantidad de líquido comprimido eliminado se encuentra en el rango de 2:1 a 4:1.
11. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde la separación de la parte del líquido libre de la biomasa impregnada se realiza en más de una localización previamente a la etapa de compresión.
- 40 12. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde existe más de una etapa de lavado antes de la etapa de compresión.
13. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde la relación de compresión se encuentra dentro del rango de 1,5 a 10.
14. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, donde la impregnación se realiza a una presión de al menos 1,5 bar y a una temperatura de al menos 110 grados Celsius para crear una biomasa impregnada.

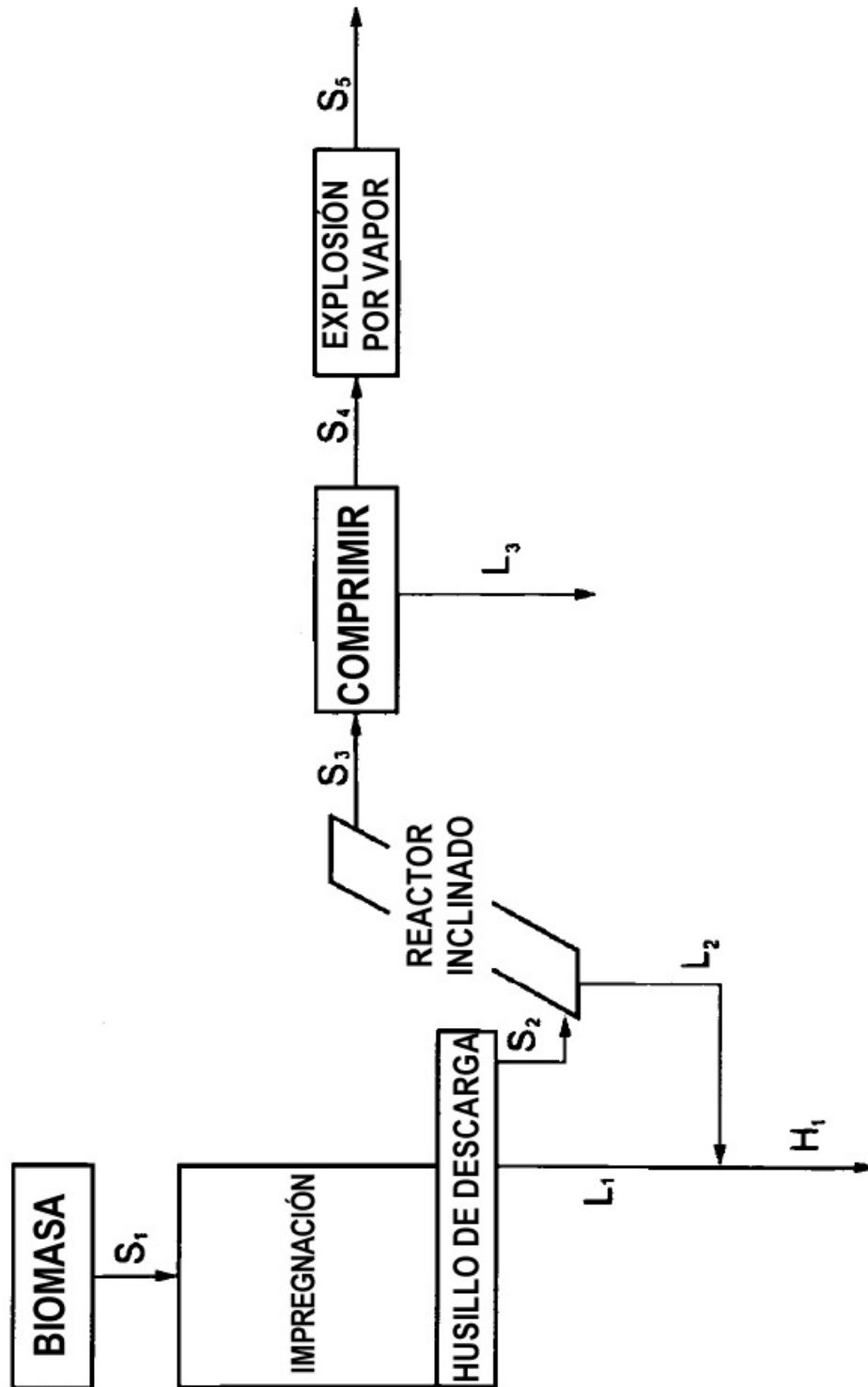


Fig.1