

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 334**

51 Int. Cl.:

D21C 1/02	(2006.01)
D21C 5/00	(2006.01)
D21C 11/00	(2006.01)
D21B 1/12	(2006.01)
D21B 1/34	(2006.01)
D21B 1/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2015 PCT/EP2015/071277**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16042053**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2015 E 15777884 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3194652**

54 Título: **Proceso continuo para tratar una biomasa lignocelulósica**

30 Prioridad:

19.09.2014 IT MI20141611

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

28.11.2019

73 Titular/es:

**VERSALIS S.P.A. (100.0%)
Piazza Boldrini, 1
20097 San Donato Milanese (MI), IT**

72 Inventor/es:

**RASETTO, VALERIA;
PASSERINI, GAIA;
ANELLI, ALBERTO y
CRIPPA, TOMMASO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 733 334 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 continuo para tratar una biomasa lignocelulósica

5 Antecedentes

Las biomosas lignocelulósicas se pueden convertir en productos bioquímicos y combustibles por medio de diferentes procesos de conversión.

10 Antes de entrar en un proceso de conversión, la biomasa lignocelulósica cosechada se somete de forma habitual a un procesamiento inicial para hacer la biomasa lignocelulósica en bruto compatible con el proceso y los equipos de conversión.

15 Un problema que surge con la manipulación de biomosas lignocelulósicas en bruto recibidas en la planta de conversión es la presencia de contaminantes externos, tales como piedras, gravilla, arenas, arena, polvo, arcilla, objetos de metal que están presentes con las biomosas lignocelulósicas.

También es deseable retirar componentes inorgánicos de la biomasa lignocelulósica en bruto, tales como silicatos, sales y elementos minerales, que pueden ser perjudiciales para el proceso o el equipo de conversión.

20 También existe la necesidad de aumentar el contenido de agua de la biomasa lignocelulósica, que en algunos casos se recibe muy seca en la planta de conversión.

25 Se han desarrollado diferentes equipos y procesos hasta la fecha para preparar la biomasa lignocelulósica en bruto para que se procese adicionalmente.

30 Un enfoque es llevar a cabo las etapas de preparación de forma secuencial. A modo de ejemplo, los contaminantes externos se pueden retirar en primer lugar de la biomasa lignocelulósica en bruto, por ejemplo por medio de equipos de flotación de aire, y los objetos de metal se retiran por medio de dispositivos de separación magnéticos. Después de eso, la biomasa lignocelulósica en bruto se puede tratar con agua y opcionalmente aditivos, mediante lo cual la biomasa se lava y aumenta su contenido de agua. Se usan diferentes métodos para el lavado y/o empapado de la biomasa, por lo general proporcionando agitación mecánica de la biomasa lignocelulósica. En este caso, está presente una sección de manipulación de biomasa extendida en la planta de conversión, conteniendo dicha sección de manipulación de biomasa numerosos equipos, por lo general conectados a cintas de transporte, para transportar la biomasa. El enfoque distribuido aumenta el capital y los costes operativos, así como el riesgo de fallo.

40 Un enfoque diferente es integrar las etapas de preparación en un único equipo. A modo de ejemplo, en el documento de Patente US8771472 se desvelan un aparato y métodos relacionados para el tratamiento de material mediante el corte, empapado y/o lavado del material. El aparato comprende un receptáculo, un elemento de descarga con un generador vorticial y medios de bombeo dispuestos para bombear fluido y material desde el receptáculo hacia el generador vorticial, en el que el generador vorticial y los medios de bombeo en combinación se adaptan para generar un vórtice en forma de una hélice cónica en el fluido que se extiende al receptáculo. Los medios de bombeo incluyen una bomba dispuesta corriente abajo del elemento de descarga que también bombea el fluido con material cortado a través del elemento de descarga hacia un separador que separa una corriente de fluido que comprende básicamente todo el material cortado del fluido. La separación se puede realizar en forma de una prensa de tornillo, un filtro o centrífuga o medios para la sedimentación del material tratado y la corriente residual (es decir, el fluido que básicamente no contiene material cortado) separada en el separador se alimenta de vuelta al receptáculo mediante una línea de flujo de recirculación.

50 Sin embargo, cuando el aparato que se desvela en el documento de Patente US8771472 se usa para el tratamiento de una corriente de biomasa lignocelulósica, tal como una corriente de paja, los medios de bombeo se someten a que se puedan obstruir con facilidad debido a la naturaleza dura y fibrosa de la biomasa lignocelulósica. Además, en el documento de Patente US8771472, los aparatos y los sistemas que se usan para la separación de la corriente residual del fluido que comprende el material cortado implican un consumo significativo de energía mecánica (por ejemplo, en el caso de una prensa de tornillo) y/o se someten a que se puedan obstruir (por ejemplo, en el caso de un filtro). Además, en el caso en el que se usen medios de sedimentación para la separación, a medida que el vórtice mezcla completamente las partículas sólidas en el líquido, la separación sólido/líquido a través de sedimentación requiere por lo general un tiempo prolongado.

60 El documento de Patente US2008054108 se desvela una máquina pulpadora que tiene un tanque para recibir los materiales que se trituran y una unidad que tiene un cubo giratorio dentro en el tanque. Un rotor está fijado a la salida giratoria del motor, comprendiendo el rotor un cubo giratorio anular y una pluralidad de paletas que se proyectan generalmente axialmente desde el cubo. Cada una de las paletas tiene un contorno que se desplaza hacia atrás desde la dirección de rotación, al menos adyacente a su parte radialmente más externa. Las paletas tienen un borde lateral orientado hacia una dirección axial y se proporciona una pluralidad de dientes en el borde lateral de las paletas adyacentes a la porción radialmente más externa de la misma para proporcionar una trituración rápida del

material con un requerimiento energético reducido.

El documento de Patente WO 2010/081476 desvela un aparato que tiene la función de alimentación y deshidratación de biomasa de un modo tal que controla el contenido de agua en la biomasa antes de que la biomasa deshidratada se introduzca en un reactor de proceso en una planta para la producción, por ejemplo, de bioetanol. Los procesos de alimentación y deshidratación se llevan a cabo a una presión mayor o igual que la presión en el interior del reactor de proceso para proporcionar la ventaja de un sellado estanco de fluido del reactor de proceso y para facilitar su alimentación continua.

El documento de Patente WO 2013/105034 desvela una composición obtenida mediante un proceso para el tratamiento previo de biomasa lignocelulósica que permite el control de la proporción de xilosa de la biomasa tratada previamente.

Es deseable que se use una cantidad baja de agua para el procesamiento de la materia prima lignocelulósica en bruto antes de que entre en el proceso de conversión, dado que el agua en exceso se tiene que tratar en una instalación de agua residual. De ese modo, es deseable una compensación entre la cantidad de agua que se usa en el tratamiento y la eficacia en el tratamiento.

También es deseable que el proceso use una cantidad baja de energía, que es tanto la energía térmica para el calentamiento del agua de proceso como la energía eléctrica para el suministro a los medios de agitación mecánica.

Sumario de la invención

Se desvela un proceso para la preparación de una materia prima de biomasa lignocelulósica en bruto, según se recibe en una planta industrial para que se convierta en biocombustibles y compuestos bioquímicos.

El proceso desvelado consigue numerosos objetivos técnicos: separación de contaminantes externos a partir de la materia prima de biomasa lignocelulósica, retirada de la mayoría de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos en un corto tiempo de procesamiento, cantidad mínima de agua enviada al tratamiento de agua residual, baja energía térmica y eléctrica.

El proceso que se desvela se puede implementar por medio de un único equipo compacto que integra toda la funcionalidad, reduciendo de ese modo el área del sitio industrial.

El proceso que se desvela es un proceso continuo para el tratamiento de una corriente de biomasa lignocelulósica en bruto, que comprende contaminantes insolubles en agua y una biomasa lignocelulósica comprendida por un componente lignocelulósico, compuestos solubles en agua no lignocelulósicos y compuestos insolubles en agua no lignocelulósicos, comprendiendo dicho proceso las etapas de: introducir la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto en una piscina de separación, que contiene una solución de extracción que comprende agua y especies solubles en agua disueltas y que tiene una densidad de solución de extracción, en la que al menos una parte de la solución de extracción se obtiene a partir de la extracción de una parte de la biomasa lignocelulósica tratada previamente y contiene especies solubles en agua disueltas obtenidas a partir de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos de la biomasa lignocelulósica tratada previamente; separar los componentes insolubles en agua de acuerdo con sus densidades en masa aparentes para crear al menos una corriente pesada que comprende al menos una parte de los contaminantes insolubles en agua y una corriente ligera que comprende al menos una parte del componente lignocelulósico, en la que la densidad aparente de las sustancias insolubles en agua en la corriente pesada es mayor que la densidad de la solución de extracción y la densidad aparente de las sustancias insolubles en agua en la corriente ligera es menor que la densidad de la solución de extracción; y retirar la corriente ligera de la piscina de separación, en la que la corriente ligera se retira de la piscina de separación mediante un sistema de retirada mecánica que se extiende hasta una posición superior de la piscina de separación con respecto a la gravedad, comprendiendo dicho sistema de retirada mecánica una cinta de transporte que extrae la corriente ligera desde una zona de salida de la piscina de separación y desagua una corriente de líquido sucio mientras se eleva la corriente ligera a la posición superior, en la que la corriente de líquido sucio comprende agua y al menos una parte de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos.

También se desvela que la temperatura de la solución de extracción puede estar en un intervalo seleccionado entre el grupo de 30 a 100 °C, de 40 °C a 99 °C, de 40 °C a 90 °C, y de 50 °C a 85 °C.

Además se desvela que la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto puede residir en la piscina de separación durante un tiempo de residencia que está en un intervalo seleccionado entre el grupo que consiste en 30 segundos a 300 minutos, de 1 minuto a 20 minutos, de 2 minutos a 20 minutos, de 2 minutos a 15 minutos, y de 3 a 10 minutos.

También se desvela que la proporción en peso de la biomasa lignocelulósica presente en la piscina de separación con respecto al líquido de extracción en la piscina de separación puede ser menos que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en 1:1000, 1:800, 1:600, 1:400, 1:200, 1:100, 1: 70, 1:50, 1:30, 1:20, y 1:10.

- Además se desvela que el proceso puede comprender además el desagüe de una corriente de líquido sucio de la corriente ligera, en el que la corriente de líquido sucio comprende agua y al menos una parte de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos; y reintroducir al menos una parte de la corriente de líquido sucio directamente en la piscina de separación.
- 5 También se desvela que la corriente ligera después del desagüe tiene un líquido libre y la cantidad porcentual del líquido libre en peso en base húmeda en la corriente ligera después del desagüe puede ser menor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en un 20 %, un 10 % y un 5 % de la corriente ligera.
- 10 También se desvela que la corriente ligera después del desagüe puede estar básicamente desprovista del líquido libre.
- También se desvela que la parte de la corriente líquida sucia reintroducida directamente en la piscina de separación puede ser mayor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en un 50 %, un 60 %, un 70 % y un 80 % de la corriente de líquido sucio. También se desvela que la corriente ligera se puede aclarar con una corriente de solución de aclarado que comprende agua mientras se desagua la corriente sucia de la corriente ligera.
- 15 También se desvela que la temperatura de la corriente de solución de aclarado puede estar en un intervalo seleccionado entre el grupo de 30 a 100 °C, de 40 °C a 99 °C, de 40 °C a 90 °C, y de 50 °C a 85 °C.
- 20 Además se desvela que la temperatura de la corriente de solución de aclarado puede ser mayor o igual que la temperatura del líquido de extracción.
- También se desvela que la corriente ligera se pueda aclarar durante un tiempo de aclarado que es un valor en un intervalo seleccionado entre el grupo que consiste en 30 segundos a 300 minutos, de 1 minuto a 20 minutos, de 2 minutos a 20 minutos, de 2 minutos a 15 minutos, y de 3 a 10 minutos.
- 25 Además se desvela que la proporción del flujo de la corriente ligera en kg/hora en base seca con respecto al flujo de la corriente de solución de aclarado en kg/hora puede ser menor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en 1:20, 1:15, 1: 10, 1:7, 1:5, 1:3, y 1:1.
- 30 También se desvela que al menos una segunda parte de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos se puede solubilizar en la corriente de líquido sucio.
- 35 Además se desvela que el aclarado de la corriente ligera se puede producir a contracorriente de la corriente de solución de aclarado con respecto a la corriente ligera y que al menos una parte de la corriente ligera se puede aclarar con la corriente de solución de aclarado mientras se transporta mediante el sistema de retirada mecánica.
- También se desvela que la corriente ligera después del desagüe se puede prensar para producir una corriente ligera prensada que comprende la mayoría de los sólidos y una corriente liberada que comprende agua y especies solubles en agua adicionales obtenidas a partir de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos, siendo la corriente liberada el líquido liberado del prensado, y que el contenido de humedad de la corriente ligera prensada puede ser menor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en de un 40 % a un 75 %, de un 40 % a un 70 %, de un 45 % a un 65 %, y de un 45 % a un 60 %.
- 40 Además se desvela que la corriente de escurrido se puede reintroducir en la piscina de separación.
- También se desvela que la biomasa lignocelulósica tiene una densidad aparente y que la densidad aparente puede ser menor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en 300 kg/m³, 250 kg/m³, 200 kg/m³, 150 kg/m³, 100 kg/m³, 75 kg/m³, y 50 kg/m³.
- 50 Además se desvela que la paja se puede seleccionar entre el grupo que consiste en pasto varilla, *Miscanthus*, *Arundo Donax*, paja de caña de azúcar, bagazo, paja de trigo, paja de cebada y paja de arroz.
- 55 También se desvela que los contaminantes pueden comprender al menos un componente seleccionado entre el grupo que consiste en piedras, partículas que contienen sílice, arena, objetos de metal.
- Además se desvela que la cantidad porcentual de los contaminantes en la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto puede ser menor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en un 10 %, un 5 %, un 3 %, y un 1 %.
- 60 Descripción detallada
- El proceso que se desvela es un proceso continuo para el tratamiento de una biomasa lignocelulósica en bruto. Una biomasa lignocelulósica en bruto es la que se ha cosechado pero todavía no se ha sometido a un proceso de conversión tal como vapor o explosión de gas. La biomasa lignocelulósica en bruto es la biomasa lignocelulósica según se cosecha, que se ha sometido opcionalmente a procedimientos preliminares de manipulación y limpieza.
- 65

Los procedimientos de manipulación se realizan por lo general para reducir los costes de transporte de la biomasa, tales como, por ejemplo, reducción de tamaño de la biomasa o empaquetado de la biomasa en balas. La reducción de tamaño se puede realizar, por ejemplo, mediante molienda, trituración o corte de la biomasa. El empaquetado de la biomasa en balas puede reducir el volumen que se necesita para transportar la biomasa, y se puede aplicar cierta compresión a la biomasa.

El objetivo principal del proceso que se desvela es tratar la materia prima de biomasa lignocelulósica en bruto según se recibe en una planta industrial para que se convierta adicionalmente en biocombustibles y compuestos bioquímicos.

Preferentemente, el siguiente tratamiento o proceso de conversión de la corriente de biomasa lignocelulósica comprende etapas llevadas a cabo a una presión que es mayor que la presión atmosférica, que es la presión a la que la materia prima de biomasa lignocelulósica sale del proceso que se desvela. De ese modo, la biomasa lignocelulósica procesada de acuerdo con el proceso que se desvela se transfiere a continuación desde la presión inferior de este proceso a una presión superior por medio de un aparato tal como un alimentador de tornillo de tapón.

La corriente de biomasa lignocelulósica en bruto comprende una biomasa lignocelulósica y contaminantes insolubles en agua.

Para el ámbito del proceso que se desvela, la biomasa lignocelulósica está comprendida por un componente lignocelulósico, compuestos solubles en agua no lignocelulósicos y compuestos insolubles en agua no lignocelulósicos.

El componente lignocelulósico comprende carbohidratos (principalmente glucanos y xilanos) y lignina, que a continuación se puede convertir en biocombustibles y compuestos bioquímicos. Los carbohidratos son polímeros insolubles de azúcares monoméricos solubles en agua (tales como glucosa y xilosa).

Los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos comprenden compuestos diferentes de los carbohidratos y que están presentes de forma natural en la biomasa lignocelulósica que incluyen, entre otros: sales orgánicas e inorgánicas de cationes y aniones que incluyen sodio, calcio, potasio, amonio, magnesio; ceras y extractivos en general, cuando se solubilizan en agua, especies solubles en agua que se obtienen a partir de estos compuestos mediante solubilización directa o también mediante reacciones más complejas.

Los compuestos solubles en agua se definen como sigue a continuación: se dispersa una cantidad de 50 g de biomasa lignocelulósica en 250 ml de agua destilada a 65 °C y se agita durante 5 minutos. La suspensión se filtra con un colador y la fracción líquida se recoge y se analiza. Los compuestos solubles en agua son los compuestos en la fracción líquida que tienen una concentración mayor de 0 g/l.

Los compuestos insolubles en agua no lignocelulósicos comprenden compuestos, tales como la sílice intrínseca presente en la biomasa lignocelulósica, que no se solubilizan en agua en las condiciones del proceso que se desvela.

Los contaminantes insolubles en agua comprenden, por ejemplo, piedras, grava, arenas, arena, polvo, arcilla, sílice y silicatos en general, y objetos de metal, que se recogen con la biomasa lignocelulósica en la operación de cosecha y manipulación de la biomasa lignocelulósica y es deseable que se separen de la biomasa lignocelulósica antes de la alimentación de la biomasa lignocelulósica a los dispositivos corriente abajo, que podrían resultar dañados. El tamaño de los contaminantes insolubles en agua puede variar de partículas muy pequeñas, en el intervalo submilimétrico como en el caso de la arena, a muchos centímetros, como en el caso de las piedras. En general están mezclados con la biomasa lignocelulósica y se pueden adherir a la superficie de la biomasa lignocelulósica o estar presentes en manojos de la biomasa lignocelulósica. En estos casos, la separación de la biomasa lignocelulósica puede ser difícil.

Preferentemente, la cantidad porcentual de los contaminantes en la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto es menor que un 10 %, un 5 %, un 3 %, y un 1 %.

Las biomásas lignocelulósicas se describen con detalle en la siguiente sección.

Incluso si se pudiera tratar cualquier tipo de biomasa lignocelulósica de acuerdo con el proceso que se desvela, las ventajas son evidentes en el caso de una biomasa lignocelulósica triturada en astillas, en la que las astillas se caracterizan por una baja densidad aparente. La densidad aparente se define como la masa de numerosas partículas del material dividido por el volumen total que ocupan. El volumen total incluye el volumen de las partículas, el volumen vacío entre las partículas, y el volumen interno de poro. La densidad aparente no es una propiedad intrínseca de un material; puede cambiar dependiendo de la forma en la que se manipula el material. La densidad aparente se determina de acuerdo con la norma ASABE S 269.4 DEC91 (Normas ASABE, Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas y Biológicos), que define métodos y procedimientos para la medición de la densidad unitaria, la densidad aparente, la durabilidad, y el contenido de humedad de diversos productos densificados compuestos

principalmente por forrajes, cultivos leñosos, u otro material fibroso y no fibroso para la manipulación a granel en industrias de alimentación e industrias que no son de alimentación. La densidad aparente puede ser menor que 300 kg/m³, preferentemente menor que 250 kg/m³, más preferentemente menor que 200 kg/m³, incluso más preferentemente menor que 150 kg/m³, incluso aún más preferentemente menor que 100 kg/m³, lo más preferentemente menor que 75 kg/m³, siendo menor que 50 kg/m³ el valor incluso más preferente. La densidad aparente puede ser mayor que 10 kg/m³, preferentemente mayor que 15 kg/m³, más preferentemente mayor que 20 kg/m³. La densidad aparente se mide con un contenido de humedad de un 10 %.

Incluso si el proceso que se desvela puede alimentar biomasa lignocelulósica triturada compuesta por astillas de cualquier forma, las ventajas son evidentes en el caso de astillas alargadas. La materia prima lignocelulósica triturada se puede caracterizar por una relación media de aspecto de las astillas, en la que la relación de aspecto de una astilla se define como la relación de su tamaño de mayor longitud y el tamaño medio de la sección transversal al tamaño de mayor longitud. En promedio se realiza en un muestreo de la materia prima que tenga una relevancia estadística. A modo de ejemplo, en el caso de paja de trigo, la astilla puede ser tan larga como varias decenas de centímetro y el tamaño transversal medio es por lo general de unos pocos milímetros. La relación de aspecto puede ser mayor que 3:1, preferentemente mayor que 5:1, más preferentemente mayor que 10:1, incluso más preferentemente mayor que 15:1, incluso aún más preferentemente mayor que 20:1, lo más preferentemente mayor que 30:1, siendo mayor que 40:1 el valor incluso más preferente.

Preferentemente, la materia prima lignocelulósica se selecciona entre el grupo que consiste en pasto varilla, *Miscanthus*, *Arundo Donax*, paja de caña de azúcar, bagazo, paja de trigo, paja de cebada y paja de arroz.

De acuerdo con un objetivo de la invención, los contaminantes insolubles en agua se separan de la biomasa lignocelulósica por medio de densidad en masa aparente, y de ese modo sin ningún uso o con un uso mínimo de energía mecánica externa.

De acuerdo con otro objetivo de la invención, al menos una parte de los compuestos no lignocelulósicos solubles en agua de la biomasa lignocelulósica se retiran mediante solubilización en una solución de extracción, en la que se acumulan las especies solubles en agua obtenidas a partir de la corriente de biomasa lignocelulósica. Dicho con otras palabras, la biomasa lignocelulósica se trata en una solución de agua sucia, en la que una parte previa se ha tratado previamente, para reducir de ese modo el consumo de agua.

De acuerdo con un objetivo adicional de la invención, el líquido libre en la corriente de biomasa lignocelulósica retirado de la piscina de separación se separa por medio de desagüe y se reintroduce directamente en la piscina de separación, de nuevo con un uso mínimo de energía mecánica.

De acuerdo con un objetivo adicional de la invención, la corriente de biomasa lignocelulósica retirada de la piscina de separación se aclara con un flujo bajo de una corriente de solución de aclarado limpia, que se introduce preferentemente en la piscina de separación para diluir la solución de extracción, y de ese modo con un uso mínimo de agua limpia neta necesaria para la ejecución del proceso completo.

El proceso que se desvela es un proceso continuo, en el que la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto se introduce en una piscina de separación para crear una corriente pesada que comprende al menos una parte de los contaminantes insolubles en agua y una corriente ligera que comprende al menos una parte del componente lignocelulósico. Con el fin de que el proceso que se desvela sea continuo, no es necesario que la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto se introduzca de forma continua en la piscina de separación, sino que se introduce en alícuotas o pulsos regulares. De ese modo, hay momentos en los que no hay ninguna cantidad de biomasa lignocelulósica en bruto entrando en la piscina de separación. Sin embargo, a lo largo del tiempo, la masa total que se introduce en la piscina de separación equivale a la masa total retirada de la piscina de separación. Una característica distintiva entre un proceso continuo y un proceso discontinuo es que, en un proceso continuo, la etapa de separación se produce o transcurre al mismo tiempo que se introduce la biomasa lignocelulósica en bruto en la piscina de separación y/o se retira la corriente ligera de la piscina de separación. Otra forma de indicar esto es que la separación en la piscina de separación se produce mientras que, de forma simultánea, o al mismo tiempo, se retira la corriente ligera de la piscina de separación. Tal retirada se realiza en una forma continua que incluye retirada de alícuotas o pulsos.

La piscina de separación puede ser de cualquier tamaño y forma adecuados para el alcance del proceso que se desvela. Preferentemente, la piscina de separación tiene una sección horizontal alargada, con una dimensión principal, o longitud, que puede estar entre 2 m y 100 m, preferentemente entre 4 m y 80 m, incluso más preferentemente entre 4 m y 40 m.

La sección horizontal de la piscina de separación puede tener una forma de tipo rectangular, que se puede modificar, por ejemplo, para orientar la biomasa lignocelulósica hacia una región específica de la piscina de separación o prevenir la acumulación de la biomasa lignocelulósica en alguna región de la piscina de separación.

La altura de la piscina de separación puede ser de 10 cm a 10 m, preferentemente entre 50 cm y 6 m, más

preferentemente entre 1 m y 5 m, y lo más preferentemente entre 2 m y 4 m. La altura de la piscina de separación puede no ser uniforme, y en este caso la altura corresponde a la altura mínima de la piscina.

5 La piscina de separación puede ser una piscina abierta, con una superficie libre de la solución de extracción expuesta al ambiente externo, o una piscina cerrada, con una cubierta para aislar la solución de extracción del entorno externo.

10 La solución de extracción contenida en la piscina de separación comprende agua y compuestos solubles en agua que se han solubilizado mediante el tratamiento previo de una parte de la biomasa lignocelulósica.

15 El líquido de extracción puede llenar completamente la piscina de separación, como en el caso de una piscina cerrada, o puede llenar parcialmente la piscina de separación, con la condición de que la altura del líquido de extracción sea suficiente para separar los contaminantes insolubles en agua de acuerdo con el proceso que se desvela.

En el caso en el que la corriente de biomasa lignocelulósica sea paja compactada en balas, las balas se disgregan preferentemente para la introducción de la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto suelta en la piscina de separación.

20 La corriente de biomasa lignocelulósica en bruto se introduce preferentemente en la piscina de separación en forma de una biomasa seca, lo que significa que no hay ningún líquido libre presente en la corriente entrante. El contenido de humedad en este caso es preferentemente menor que un 50 %, más preferentemente menor que un 30 %, incluso más preferentemente menor que un 20 %, y lo más preferentemente menor que un 10 %. En otra realización, la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto se introduce en la piscina de separación en forma de una corriente de suspensión, mezclada con un líquido que comprende agua.

30 Si la piscina de separación es de tipo abierto, la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto se introduce preferentemente en la piscina de separación por gravedad a través de la superficie libre del líquido de extracción, por ejemplo por medio de una cinta de transporte, y se puede extender en una parte amplia o, preferentemente, en una parte delimitada de la superficie libre.

35 Si la piscina de separación es de tipo cerrado, la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto se puede introducir mediante transporte forzado, por ejemplo por medio de un transportador de tornillo, por debajo de la altura máxima de la solución de extracción, que corresponde a la superficie libre del líquido de extracción en el caso en el que la piscina de separación sea abierta.

40 En la piscina separación, los componentes insolubles en agua de la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto se separan de acuerdo con sus densidades en masa aparentes, preferentemente a través de sedimentación por gravedad, en la solución de extracción. Se ha de observar que la densidad en masa aparente en la solución de extracción es diferente de la densidad aparente que se define por referencia a la norma ASAE 269.4, debido a que la solución de extracción llena los espacios intersticiales y también puede penetrar al menos parcialmente en los poros de la biomasa. La densidad en masa aparente en la solución de extracción se puede definir de acuerdo con la norma ASAE 269.4, con excepción de que la biomasa se inserta en un recipiente lleno con solución de extracción en lugar de aire. La biomasa lignocelulósica en bruto en la piscina de separación puede comprender manojos de biomasa lignocelulósica, en la que están incluidas las partículas de contaminantes insolubles. Para el ámbito de la separación que se desvela, el manajo se separa de acuerdo con su propia densidad en masa aparente. Los componentes insolubles en agua, incluyendo los manojos de biomasa lignocelulósica, se separan de ese modo por flotabilidad en al menos una corriente pesada, depositada en el fondo de la piscina de separación, y que comprende al menos la mayoría de los contaminantes insolubles en agua, y una corriente ligera, que flota en la parte superior de la piscina de separación, y que comprende la mayoría de la biomasa lignocelulósica. La corriente pesada puede comprender además una parte de la biomasa lignocelulósica, que es preferentemente menos de un 15 %, más preferentemente menos de un 10 %, incluso más preferentemente menos de un 5 % y lo más preferentemente menos de un 3 % en peso en base seca de la biomasa lignocelulósica que entra en la piscina de separación. La corriente ligera puede comprender además una parte de los contaminantes insolubles en agua, que es preferentemente menos de un 15 %, más preferentemente menos de un 10 %, incluso más preferentemente menos de un 5 % y lo más preferentemente menos de un 3 % en peso en base seca de los contaminantes insolubles en agua que entran en la piscina de separación.

60 La separación de los componentes insolubles en agua se puede promover mediante agitación mecánica de la biomasa lignocelulósica en bruto en la piscina de separación, por ejemplo por medio de ruedas con palas. La separación también se puede promover mediante flotación de gas por inyección de burbujas de aire en la solución de extracción. Las burbujas pequeñas se adhieren a los manojos suspendidos haciendo que los manojos suspendidos floten en la superficie de la solución de extracción. El gas preferente es aire o nitrógeno.

65 La corriente pesada depositada en el fondo de la piscina de extracción se puede retirar por medio de medios mecánicos tales como una cinta de transporte de palas, o por gravedad.

Además de la separación de los contaminantes insolubles en agua, una parte de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos contenidos en la biomasa lignocelulósica se solubilizan en la solución de extracción, para añadir de ese modo nuevas especies solubles en agua a la solución de extracción. Una pequeña cantidad de los carbohidratos del componente lignocelulósico se pueden solubilizar en azúcares solubles en la solución de extracción, dependiendo de la temperatura de la solución de extracción y el tiempo de residencia de la biomasa lignocelulósica en la piscina de separación. Preferentemente, las condiciones de proceso son tales que la mayor parte de los compuestos solubles en agua se solubilizan en el agua de extracción mientras que no se produce ninguna solubilización significativa de los carbohidratos.

Se puede proporcionar agitación mecánica para mejorar adicionalmente la solubilización de los compuestos solubles en agua.

La temperatura de la solución de extracción puede ser entre 30 °C y 100 °C, preferentemente entre 40 °C y 99 °C, más preferentemente entre 40 °C y 90 °C, y lo más preferentemente entre 50 °C y 85 °C.

El tiempo de residencia de la biomasa lignocelulósica en la solución de extracción puede ser entre 30 segundos y 300 minutos, preferentemente entre 1 minuto y 20 minutos, más preferentemente entre 2 minutos y 20 minutos, incluso más preferentemente entre 2 minutos y 15 minutos, y lo más preferentemente entre 3 y 10 minutos. El tiempo de residencia se puede evaluar trazando una parte de la biomasa lignocelulósica en la piscina de separación.

Las etapas de separación y solubilización se llevan a cabo preferentemente en un gran exceso de solución de extracción con respecto a la cantidad de biomasa lignocelulósica presente en la piscina de separación. Preferentemente, la proporción en peso de la biomasa lignocelulósica presente en la piscina de extracción con respecto al líquido de extracción en la piscina de separación es menor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en 1:1000, 1:800, 1:600, 1:400, 1:200, 1:100, 1: 70, 1:50, 1:30, 1:20, y 1:10. La cantidad de solución de extracción en la piscina de separación se controla mediante la regulación de los flujos de las corrientes que entran y que salen de la piscina de separación.

La corriente ligera se puede transportar hacia una región de salida de la corriente ligera por medio de un sistema mecánico, que puede comprender una cinta de transporte de palas, una rueda con palas, o ambas. También se puede usar un flujo neto de la solución de extracción en la piscina de separación. En este caso, la solución de extracción fluye desde una entrada de la solución de extracción a una salida de la solución de extracción, en la que se retira y se recircula de vuelta a la piscina de extracción desde la entrada.

Pueden estar presentes medios pasivos, tales como barreras fijas, en la piscina de separación para orientar y acumular la corriente ligera hacia la región de salida de la corriente ligera, para prevenir la acumulación de la corriente ligera en zonas muertas de la piscina de extracción.

La corriente ligera se retira de la piscina de separación, preferentemente desde una salida de la corriente ligera situada en o cerca de la región de salida de la corriente ligera. Esta corriente ligera se retira de la piscina de separación en forma de una suspensión diluida con una parte de la solución de extracción, y se desagua para separar una corriente de líquido sucio que comprende al menos una parte del líquido libre de la suspensión de corriente ligera. La corriente de líquido sucio comprende agua y compuestos solubles en agua no lignocelulósicos, y puede comprender además algunos componentes insolubles. La separación se produce por acción de la gravedad y la corriente de líquido sucio separada, que está aproximadamente a la misma temperatura que la solución de extracción en la piscina de separación, se introduce en la piscina de separación sin ninguna etapa de procesamiento adicional. Dicho de otro modo, existe un desagüe continuo de la corriente de líquido sucio en la piscina de separación.

Una forma preferente de llevar a cabo el desagüe continuo es retirar la corriente ligera de la piscina de extracción por medio de un sistema de retirada mecánica conectado a la salida de la corriente ligera y que se extiende hasta una posición superior de la piscina de extracción con respecto a la gravedad.

El sistema de retirada mecánica comprende una cinta de transporte, más preferentemente un sistema de transporte de palas, que extrae la suspensión de corriente ligera de una zona de salida del vaso de separación y desagua la corriente de líquido sucio mientras que se eleva la corriente ligera hasta la posición superior. Se pueden situar orificios adecuados en la cinta de transporte para promover el desagüe del líquido libre.

En una realización, la totalidad de la corriente de líquido libre se reintroduce en la piscina separación. En otra realización, se reintroduce al menos un 50 % en peso, más preferentemente al menos un 60 %, incluso más preferentemente al menos un 70 % y lo más preferentemente al menos un 80 % de la parte de la corriente de líquido sucio. Una razón para retirar una parte de la corriente de líquido sucio del proceso es prevenir la acumulación excesiva de especies solubles en agua obtenidas a partir de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos en la solución de extracción.

Dado que el desagüe retira la mayoría del líquido libre en la suspensión de corriente ligera, la corriente ligera

después del desagüe tiene un bajo contenido de líquido libre, que es preferentemente menos de un 20 %, más preferentemente en menos de un 10 %, y lo más preferentemente menos de un 5 % en peso de la corriente ligera después del desagüe en base húmeda. En una realización preferente, la corriente ligera después del desagüe está básicamente desprovista de líquido libre, es decir, el líquido libre es menos de un 1 % en peso. El líquido libre es el líquido que se separa por decantación de una alícuota de la corriente ligera después del desagüe en un decantador durante 1 hora.

Dado que una parte de la solución de extracción se retira de la piscina de separación con la corriente ligera y se reintegra solo en parte mediante la corriente de líquido sucio, se puede añadir un líquido de reposición que comprende agua a la solución de extracción. El líquido de reposición es preferentemente agua limpia y diluye la concentración de las especies solubles en agua en la piscina de extracción.

Una solución de extracción se desagua del vaso de extracción y también se puede regular para mantener la conductividad eléctrica en el intervalo objetivo. La corriente se puede retirar de una salida dedicada o junto con la biomasa lignocelulósica empapada retirada del vaso de extracción. El proceso se puede caracterizar por la cantidad total de solución de extracción descartada del proceso, en todas las formas incluyendo lodos, para el tratamiento de un kg de biomasa lignocelulósica en base seca. La cantidad total de solución de extracción descartada del proceso es preferentemente menos de 5 l/kg, más preferentemente menos de 4 l/kg, incluso más preferentemente menos de 3 l/kg, incluso aún más preferentemente menos de 2 l/kg, y lo más preferentemente menos de 1 l/kg por kg de biomasa lignocelulósica en base seca.

La corriente de la solución de extracción descartada del proceso se puede enviar a una instalación de tratamiento de agua residual.

La piscina de separación también puede comprender medios para calentar la solución de extracción tales como, por ejemplo, un sistema de tuberías en comunicación térmica con la solución de extracción. El agua de reposición se puede insertar a una temperatura que es mayor que la temperatura de la solución de extracción para compensar las pérdidas de calor.

Dado que la biomasa lignocelulósica se trata con la solución de extracción sucia que contiene especies solubles en agua acumuladas para reducir el consumo de agua, en una realización preferente, la corriente ligera se aclara con una corriente de solución de aclarado mientras se desagua la corriente de líquido sucio de la corriente ligera. La corriente de solución de aclarado comprende agua y en general está más limpia que la solución de extracción. De este modo, al menos una parte de las especies solubles en agua que se han solubilizado pero que se pueden adherir al componente lignocelulósico se retiran de la corriente ligera. En este caso, la corriente de líquido sucio comprende la solución de aclarado desaguada, que se introduce en la piscina de separación para diluir adicionalmente la solución de extracción.

En una realización preferente, la corriente ligera se aclara en un flujo limitado de corriente de solución de aclarado, mediante lo cual el proceso que se desvela minimiza la cantidad total de agua necesaria para el tratamiento de la biomasa lignocelulósica. La proporción del flujo de la corriente ligera en kg/hora en base seca con respecto al flujo de la corriente de solución de aclarado en kg/hora es menos de 1:20, preferentemente menos de 1:15, más preferentemente menos de 1:10, incluso más preferentemente menos de 1:7, 1:5, incluso aún más preferentemente menos de 1:3, y lo más preferentemente menos de 1:1.

Preferentemente, la corriente de solución de aclarado se inyecta en una configuración a contracorriente con respecto a la corriente ligera, y se puede inyectar a través de uno o más puntos de inyección mientras que la corriente ligera se transporta mediante el sistema de retirada mecánico.

La corriente de solución de aclarado puede estar a una temperatura entre 30 °C y 100 °C, preferentemente entre 40 °C y 99 °C, más preferentemente entre 40 °C y 90 °C, y lo más preferentemente entre 50 °C y 85 °C.

En una realización, la temperatura de la corriente de solución de aclarado es mayor o igual que la temperatura del líquido de extracción, de un modo tal que se conserva la temperatura de la solución de extracción en la piscina de separación.

La corriente ligera se aclara durante un tiempo de aclarado que es un valor en un intervalo seleccionado entre el grupo que consiste en 30 segundos a 300 minutos, de 1 minuto a 20 minutos, de 2 minutos a 20 minutos, de 2 minutos a 15 minutos, y de 3 a 10 minutos. La corriente ligera puede ser una parte significativa del tiempo de residencia de la biomasa lignocelulósica en la piscina de separación. Preferentemente, el tiempo de aclarado está en un intervalo entre un 1 % y un 80 %, más preferentemente entre un 5 % y un 70 %, incluso más preferentemente entre un 10 % y un 60 %, y lo más preferentemente entre un 20 % y un 50 % del tiempo de residencia. De ese modo, una parte adicional de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos se pueden solubilizar adicionalmente durante el aclarado y retirarse de la corriente ligera.

Incluso si la corriente ligera después del desagüe contiene poca o ninguna cantidad de líquido libre, el contenido de

humedad es aún elevado, estando la corriente ligera empapada con la solución de extracción. El contenido de humedad puede ser un valor en un intervalo seleccionado entre el grupo que consiste en de un 70 % a un 95 %, preferentemente de un 70 % a un 90 %, más preferentemente de un 75 % a un 95 %, y lo más preferentemente de un 75 % a un 90 %.

5 El contenido de humedad de la corriente ligera se puede reducir adicionalmente mediante el prensado de la corriente ligera por medio de un dispositivo de compresión, o prensa, que libera al menos una parte de los líquidos libre remanente y empapado preferentemente de forma continua. La corriente ligera se separa en al menos una corriente liberada que comprende agua y especies solubles en agua adicionales y una corriente ligera prensada que
10 comprende la biomasa lignocelulósica. La corriente liberada puede comprender además una parte de sólidos y se puede reintroducir en la piscina de separación, finalmente después de la retirada de al menos una parte de los sólidos, por ejemplo por medio de sedimentación. El contenido de humedad de la corriente ligera prensada es preferentemente un valor en un intervalo seleccionado entre el grupo que consiste en de un 40 % a un 75 %, de un 40 % a un 70 %, de un 45 % a un 65 %, y de un 45 % a un 60 %. Preferentemente, la prensa comprende un tornillo
15 de compresión situado en un alojamiento cilíndrico que tiene una pantalla de filtro anular para retirar líquidos. La corriente ligera prensada se puede alimentar a continuación a un alimentador de tornillo de tapón para entrar en un proceso de conversión en condiciones presurizadas para producir biocombustibles y compuestos bioquímicos.

20 Biomasa lignocelulósica

En general, una materia prima lignocelulósica, indicada también como biomasa lignocelulósica, se puede describir como sigue a continuación:

Además del almidón, los tres constituyentes principales en la biomasa de plantas son celulosa, hemicelulosa y lignina, que se denominan habitualmente mediante el término genérico lignocelulosa. Las biomasas que contienen polisacáridos como término genérico incluyen tanto almidón como biomasas lignocelulósicas. Por lo tanto, algunos tipos de materias primas pueden ser biomasa de plantas, biomasa que contiene polisacáridos, y biomasa
25 lignocelulósica que puede contener o no contener almidón.

Las biomasas que contienen polisacáridos de acuerdo con la presente invención incluyen cualquier material que contiene azúcares poliméricos, por ejemplo, en forma de almidón así como almidón refinado, celulosa y hemicelulosa.

Los tipos pertinentes de materia prima lignocelulósica para derivar de la invención que se reivindica pueden incluir biomasas obtenidas a partir de cultivos agrícolas seleccionados entre el grupo que consiste en granos que contienen almidón, almidón refinado; tallos de maíz, bagazo, paja, por ejemplo, de arroz, trigo, centeno, avena, cebada, colza, sorgo; madera blanda, por ejemplo *Pinus sylvestris*, *Pinus irradiata*; madera dura, por ejemplo *Salix* spp. *Eucalyptus* spp.; tubérculos, por ejemplo remolacha, patata; cereales, por ejemplo arroz, trigo, centeno, avena, cebada, colza, sorgo y maíz; papel de desecho, fracciones de fibra del procesamiento de biogás, estiércol, residuos del procesamiento de palma aceitera, residuos sólidos municipales o similares. Aunque los experimentos se limitan a unos pocos ejemplos de la lista enumerada anteriormente, se cree que la invención es aplicable a todos los miembros de la lista.

En una realización, la materia prima de biomasa lignocelulósica que se usa en el proceso proviene de la familia generalmente pastos. El nombre propio es la familia conocida como *Poaceae* o *Gramineae* en la Clase *Liliopsida* (monocotiledóneas) de las plantas con flores. Las plantas de esta familia generalmente se llaman pastos o, para distinguirlos de otros gramíneos, pastos verdaderos. El bambú también está incluido. Hay aproximadamente 600 géneros y alrededor de 9.000-10.000 o más especies de gramíneas (Índice de Kew de especies mundiales de gramíneas).

Poaceae incluye los cereales básicos y los cultivos de cereales que se cultivan en todo el mundo, pasto y forraje, y bambú. Las *Poaceae* tienen generalmente tallos huecos llamados culmos, que se taponan (sólidos) a intervalos llamados nodos, los puntos a lo largo del culmo en los que surgen las hojas. Las hojas de la hierba son habitualmente alternas, disticas (en un plano) o raras veces en espiral, y con venas paralelas. Cada hoja se diferencia en una vaina inferior que abraza el tallo para una distancia y una hoja con márgenes. Los bordes de las hojas de muchos pastos se endurecen con fitolitos de sílice, lo que ayuda a desalentar a los animales de pastoreo. En algunos pastos (como la hierba espada) esto hace que los bordes del filo de la hoja sean lo suficientemente afilados como para cortar la piel humana. Un apéndice membranoso o franja de pelos, llamada ligula, se encuentra en la unión entre la vaina y la cuchilla, evitando que el agua o los insectos penetren en la vaina.

El filo de la hoja crece en la base de la hoja y no desde las puntas alargadas del vástago. Este bajo punto de crecimiento evolucionó en respuesta al pastoreo de los animales y permite que los pastos se pasten o se poden regularmente sin dañar seriamente la planta.

Las flores de *Poaceae* están dispuestas de forma característica en espiguillas, teniendo cada espiguilla uno o más flósculos (las espiguillas se agrupan en panículas o espigas). Una espiguilla consiste en dos (o a veces menos) brácteas en la base, llamadas glumas, seguidas de uno o más flósculos. Una flor se compone de la flor rodeada por

dos brácteas llamadas lemma (la externa) y la palea (la interna). Las flores son generalmente hermafroditas (el maíz, monoico, es una excepción) y la polinización es casi siempre anemófila. El perianto se reduce a dos escalas, llamadas lodículas, que se expanden y contraen para extender la lemma y la palea; estos se interpretan por lo general como sépalos modificados.

5 La fruta de *Poaceae* es una cariopsis en la que la cubierta de la semilla se fusiona con la pared de la fruta y, por lo tanto, no se puede separar de ella (como en un grano de maíz).

10 Hay tres clasificaciones generales de hábito de crecimiento presentes en los pastos; tipo racimo (también llamado caespitosa), estolonífera y rizomatosa.

15 El éxito de los pastos radica en parte en su morfología y procesos de crecimiento, y en parte en su diversidad fisiológica. La mayoría de los pastos se dividen en dos grupos fisiológicos, utilizando las rutas fotosintéticas C3 y C4 para la fijación de carbono. Los pastos C4 tienen una vía fotosintética vinculada a la anatomía especializada de la hoja de Kranz que los adapta particularmente a climas cálidos y una atmósfera baja en dióxido de carbono.

20 Los pastos C3 se conocen como "pastos de estación fría", mientras que las plantas C4 se consideran "pastos de estación cálida". Los pastos pueden ser anuales o perennes. Unos ejemplos de estaciones frías anuales son el trigo, el centeno, el pastito de invierno anual (pradera anual, *Poa annua* y avena). Algunos ejemplos de la estación fría perenne son el pasto de huerto (pie de gallo, *Dactylis glomerata*), la festuca (*Festuca* spp), Kentucky Bluegrass el pasto azul de Kentucky y el raigrás perenne (*Lolium perenne*). Algunos ejemplos de estaciones cálidas anuales son el maíz, el pasto de Sudán y el mijo perla. Algunos ejemplos de la estación cálida perenne son el tallo azul grande (*Andropogon gerardi*), la hierba india, la hierba bermuda y la hierba de cambio.

25 Una clasificación de la familia de gramíneas reconoce doce subfamilias: estas son 1) *Anomochlooideae*, un pequeño linaje de pastos de hoja ancha que incluye dos géneros (*Anomochloa*, *Streptochaeta*); 2) *Pharoideae*, un pequeño linaje de gramíneas que incluye tres géneros, incluyendo *Pharus* y *Leptaspis*; 3) *Puelioideae* es un pequeño linaje que incluye el género africano *Puelia*; 4) *Pooideae* que incluye el trigo, la cebada, la avena, el pasto bromus (Bronnus) y el pasto de caña (*Calamagrostis*); 5) *Bambusoideae* que incluye el bambú; 6) *Ehrhartoideae*, que incluye el arroz y el arroz salvaje; 7) *Arundinoideae*, que incluye la caña gigante y la caña común; 8) *Centothecoideae*, una pequeña subfamilia de 11 géneros que a veces se incluye en *Panicoideae*; 9) *Chloridoideae*, incluyendo las praderas (*Eragrostis*, aproximadamente 350 especies, incluyendo teff), tusoc (*Sporobolus*, unas 160 especies), mijo (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), y las gramíneas muhly (*Muhlenbergia*, aproximadamente 175 especies); 10) *Panicoideae* incluyendo la hierba de pánico, el maíz, el sorgo, la caña de azúcar, la mayoría de los mijos, el fonio y las hierbas azules; 11) *Micrairoideae* y 12) *Danthonioideae*, incluida la hierba pampa; con *Poa*, que es un género de aproximadamente 500 especies de gramíneas, nativas de las regiones templadas de ambos hemisferios.

40 Los pastos agrícolas que crecen 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 pastos.

45 El azúcar de caña es la principal fuente de producción de azúcar. Los pastos se utilizan para construcción. Los andamios hechos de bambú son capaces de soportar vientos con fuerza de tifón que romperían los andamios de acero. Los bambúes más grandes y *Arundo donax* tienen cañas robustas que se pueden usar de una manera similar a la madera, y las raíces estabilizan el césped de las casas de césped. Arundo se usa para hacer cañas para instrumentos de viento de madera, y el bambú se usa para innumerables implementos.

50 Otra materia prima de biomasa lignocelulósica puede ser plantas leñosas o maderas. Una planta leñosa es una planta que utiliza la madera como tejido estructural. Estas son por lo general plantas perennes cuyos tallos y raíces más grandes están reforzados con madera producida adyacente a los tejidos vasculares. El tallo principal, las ramas más grandes y las raíces de estas plantas están cubiertos en general por una capa de corteza engrosada. Las plantas leñosas suelen ser árboles, arbustos o lianas. La madera es una adaptación celular estructural que permite que las plantas leñosas crezcan desde los tallos sobre la superficie año tras año, lo que hace que algunas plantas leñosas sean las más grandes y más altas.

55 Estas plantas necesitan un sistema vascular para mover el agua y los nutrientes de las raíces a las hojas (xilema) y para mover los azúcares de las hojas al resto de la planta (floema). Hay dos tipos de xilema: primario que se forma durante el crecimiento primario del procámbium y el xilema secundario que se forma durante el crecimiento secundario del cámbium vascular.

60 Lo que generalmente se denomina "madera" es el xilema secundario de tales plantas.

Los dos grupos principales en los que se puede encontrar el xilema secundario son:

65 1) coníferas (*Coniferae*): hay unas seiscientos especies de coníferas. Todas las especies tienen un xilema secundario, que tiene una estructura relativamente uniforme en todo este grupo. Muchas coníferas se convierten en árboles altos: el xilema secundario de tales árboles se comercializa como madera blanda.

2) angiospermas (*Angiospermae*): hay aproximadamente de un cuarto de millón a cuatrocientas mil especies de angiospermas. Dentro de este grupo no se ha encontrado el xilema secundario en las monocotiledóneas (por ejemplo, *Poaceae*). Muchas angiospermas no monocotiledóneas se convierten en árboles, y el xilema secundario de éstas se comercializa como madera dura.

5 El término madera blanda se usa para describir la madera de árboles que pertenecen a gimnospermas. Las gimnospermas son plantas con semillas desnudas no encerradas en un ovario. Estas semillas de "frutos" se consideran más primitivas que las maderas duras. Los árboles de madera blanda son generalmente de hoja perenne, conos de oso, y tienen agujas o escamas como hojas. Incluyen especies de coníferas, por ejemplo pino, abetos, abetos y cedros. La dureza de la madera varía entre las especies de coníferas.

10 El término madera dura se usa para describir la madera de árboles que pertenecen a la familia de las angiospermas. Las angiospermas son plantas con óvulos encerrados para protección en un ovario. Cuando se fertilizan, estos óvulos se convierten en semillas. Los árboles de madera dura son por lo general de hoja ancha; en las latitudes templadas y boreales, en su mayoría son deciduas, pero en los trópicos y subtropicos, en su mayoría de hoja perenne. Estas hojas pueden ser simples (cuchillas simples) o pueden estar compuestas con folíolos adheridos a un tallo de la hoja. Aunque de forma variable, todas las hojas de madera dura tienen una red distinta de vetas finas. Las plantas de madera dura incluyen por ejemplo, aspen blanco, abedul, cerezo, arce, roble y teca.

15 Por lo tanto, en una realización, una biomasa lignocelulósica adecuada se puede seleccionar entre el grupo que consiste en pastos y maderas. En una realización, la biomasa lignocelulósica se puede seleccionar entre el grupo que consiste en las plantas que pertenecen a las coníferas, angiospermas, *Poaceae* y familias. Otra biomasa lignocelulósica preferente puede ser la biomasa que tiene al menos un 10 % en peso de materia seca como celulosa, o más preferentemente al menos un 5 % en peso de su materia seca como celulosa.

25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso continuo para tratar una corriente de biomasa lignocelulósica en bruto, que comprende contaminantes insolubles en agua y una biomasa lignocelulósica comprendida por un componente lignocelulósico, compuestos solubles en agua no lignocelulósicos y compuestos insolubles en agua no lignocelulósicos, comprendiendo dicho proceso las etapas de:
- 10 a. introducir una corriente de biomasa lignocelulósica en bruto en una piscina de separación, que contiene una solución de extracción que comprende agua y especies solubles en agua disueltas y que tiene una densidad de solución de extracción, en la que al menos una parte de la solución de extracción se obtiene a partir de la extracción de una parte de biomasa lignocelulósica tratada previamente y contiene especies solubles en agua disueltas obtenidas a partir de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos de la biomasa lignocelulósica tratada previamente;
- 15 b. separar los componentes insolubles en agua de acuerdo con sus densidades en masa aparentes para crear al menos una corriente pesada que comprende al menos una parte de los contaminantes insolubles en agua y una corriente ligera que comprende al menos una parte del componente lignocelulósico, en la que la densidad aparente de las sustancias insolubles en agua en la corriente pesada es mayor que la densidad de la solución de extracción y la densidad aparente de las sustancias insolubles en agua en la corriente ligera es menor que la densidad de la solución de extracción; y
- 20 c. retirar la corriente ligera de la piscina de separación, en la que la corriente ligera se retira de la piscina de separación mediante un sistema de retirada mecánica que se extiende hasta una posición superior de la piscina de separación con respecto a la gravedad, comprendiendo dicho sistema de retirada mecánica una cinta transportadora que extrae la corriente ligera de una zona de salida de la piscina de separación y desagua una corriente de líquido sucio mientras eleva la corriente ligera a la posición superior, en la que la corriente de líquido sucio comprende agua y al menos una parte de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos.
- 25 2. El proceso de la reivindicación 1, en el que al menos una primera parte de los componentes solubles en agua no lignocelulósicos de la biomasa lignocelulósica se solubilizan en la solución de extracción.
- 30 3. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que la temperatura de la solución de extracción está en un intervalo seleccionado entre el grupo de 30 °C a 100 °C, de 40 °C a 99 °C, de 40 °C a 90 °C, y de 50 °C a 85 °C.
- 35 4. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la corriente de biomasa lignocelulósica en bruto reside en la piscina de separación durante un tiempo de residencia que está en un intervalo seleccionado entre el grupo que consiste en 30 segundos a 300 minutos, de 1 minuto a 20 minutos, de 2 minutos a 20 minutos, de 2 minutos a 15 minutos, y de 3 a 10 minutos.
- 40 5. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el proceso comprende además las etapas de:
- a. desaguar la corriente de líquido sucio de la corriente ligera, y
- b. reintroducir al menos una parte de la corriente de líquido sucio directamente en la piscina de separación.
- 45 6. El proceso de la reivindicación 5, en el que la corriente ligera después del desagüe tiene un líquido libre y la cantidad porcentual del líquido libre en peso en base húmeda en la corriente ligera después del desagüe es menor que un valor seleccionado entre el grupo que consiste en un 20 %, un 10 % y un 5 % de la corriente ligera.
- 50 7. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la corriente ligera se aclara con una corriente de solución de aclarado que comprende agua mientras se desagua la corriente sucia de la corriente ligera.
- 55 8. El proceso de la reivindicación 7, en el que la temperatura de la corriente de solución de aclarado está en un intervalo seleccionado entre el grupo de 30 °C a 100 °C, de 40 °C a 99 °C, de 40 °C a 90 °C, y de 50 °C a 85 °C.
9. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en el que la temperatura de la corriente de solución de aclarado es mayor o igual que la temperatura de la solución de extracción.
- 60 10. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la corriente ligera se aclara durante un tiempo de aclarado que es un valor en un intervalo seleccionado entre el grupo que consiste en 10 segundos a 300 minutos, de 1 minuto a 20 minutos, de 2 minutos a 20 minutos, de 2 minutos a 15 minutos, y de 3 a 10 minutos.
- 65 11. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que al menos una segunda parte de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos se solubilizan en la corriente de líquido sucio.
12. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el aclarado de la corriente ligera se produce a contracorriente de la corriente de solución de aclarado con respecto a la corriente ligera.

13. El proceso de la reivindicación 12, en el que al menos una parte de la corriente ligera se aclara con la corriente de solución de aclarado mientras se transporta mediante el sistema de retirada mecánica.

5 14. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que la corriente ligera después del desagüe se prensa para producir una corriente ligera prensada y una corriente liberada que comprende agua y especies solubles en agua adicionales obtenidas a partir de los compuestos solubles en agua no lignocelulósicos.

10 15. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que los contaminantes comprenden al menos un componente seleccionado entre el grupo que consiste en piedras, partículas que contienen sílice, arena, objetos de metal.