

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 529**

51 Int. Cl.:

A01D 39/00 (2006.01)

A01D 41/14 (2006.01)

A01D 45/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2011 PCT/US2011/063959**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2012 WO12078882**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2011 E 11847714 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2648498**

54 Título: **Método de recolecta de biomasa**

30 Prioridad:

09.12.2010 US 421457 P

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

19.12.2019

73 Titular/es:

**POET RESEARCH, INC. (100.0%)
4615 N. Lewis Ave.
Sioux Falls, South Dakota 57104, US**

72 Inventor/es:

**SCHANY, WILLIAM J. y
WEISHAAR, SCOTT A.**

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 735 529 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

Método de recolecta de biomasa

5 Campo

La divulgación objeto se refiere a métodos de recolecta de biomasa.

10 Antecedentes

La biomasa comprende materia vegetal que puede ser adecuada para uso directo en varios procesos industriales y de fabricación. A menudo, la biomasa se puede utilizar como fuente de combustible, como la quema de turba y materia vegetal para generar calor y electricidad. Además, la biomasa a menudo se puede recolectar para usar como alimento para animales, lechos para animales y similares. La biomasa se puede recolectar para el compostaje, la derivación de fertilizantes y otras prácticas agrícolas sostenibles. La biomasa también tiene aplicaciones en la fabricación, incluida la fabricación de plásticos biodegradables de nueva generación. Además, la biomasa se puede utilizar como materia prima para la generación de etanol y otros productos derivados química o biológicamente.

Una fuente de biomasa comúnmente utilizada es la de las plantas de maíz después de la recolecta de los granos para alimentos tradicionales, combustibles y alimentos para animales. El maíz, como biomasa, es particularmente abundante en los Estados Unidos y otros países donde el maíz es un cultivo importante. La biomasa del maíz incluye típicamente el tallo de la planta, las hojas y las cáscaras y el material de la mazorca. Los granos se retiran típicamente de las mazorcas por combinación u otros medios mecánicos.

La biomasa a menudo se recolecta en grandes cantidades por necesidad de escala y economía. La recolecta masiva de biomasa tiene algunas desventajas intrínsecas, la mayor de las cuales es la recolecta de materias extrañas junto con la biomasa deseada. Por ejemplo, cuando se recolectan subproductos de cultivos, como las mazorcas y forraje de maíz (por ejemplo, tallos y hojas), la biomasa se recolecta en un campo donde se puede recolectar tierra, rocas y material similar junto con la biomasa.

Cuando la biomasa se utiliza como alimento para animales, dichos contaminantes pueden provocar problemas digestivos en los animales, reducir el valor nutricional de la biomasa y provocar el rechazo del alimento por parte de los animales. Cuando se utiliza biomasa para la fabricación de productos, las materias extrañas pueden contaminar los productos finales, obstruir o dañar la maquinaria de fabricación o interferir en el proceso de fabricación. Cuando se usa como combustible en una planta de energía, esta materia extraña puede acumularse en el quemador y requerir una limpieza más frecuente. En el contexto de la producción de etanol en una biorrefinería que utiliza biomasa, las materias extrañas en la biomasa pueden inhibir la producción de etanol, obstruir la maquinaria e incluso dañar la biorrefinería. En respuesta a esto, la biomasa entrante a menudo se limpia antes de su uso en biorrefinería y sitios de fabricación. La limpieza consume un tiempo valioso, incurre en costes de capital y operativos adicionales y genera aguas residuales adicionales. El documento US 5 433 065 describe una cosechadora que comprende un bastidor de cosechadora, una primera cuchilla de corte y una segunda cuchilla de corte. El documento US 2009/0019 826 A1 describe un procesador para procesar plantas en pie, en el que el procesador comprende un subsistema de cultivo primario que incluye un primer mecanismo para romper las espigas de maíz de las plantas en pie y un subsistema de cultivo secundario que incluye un alimentador para procesar las partes inferiores de las plantas en pie. El documento US 4 144 698 describe un par de brazos fijados de manera pivotante en sus extremos superiores a un eje asegurado a los soportes, dependiendo de la parte inferior de un cabezal de cosechadora, en el que un rodillo se asegura a través de los extremos inferiores de los brazos para proteger los neumáticos de la cosechadora.

50 Sumario

Los aspectos divulgados se refieren a un método de recolecta de biomasa. El método comprende la recolecta de biomasa con una cosechadora, en donde una primera porción de la biomasa es sustancialmente forzada contra el suelo y una segunda porción de la biomasa pasa a través de la cosechadora. El método también comprende formar fardos que comprenden la segunda porción de la biomasa. Los fardos pueden formarse con una mayoría de la segunda porción de la biomasa y con una pequeña parte de la primera porción de la biomasa, de acuerdo con una realización. Un método de recolecta de biomasa de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación independiente 1.

60 Descripción de los dibujos

Con el fin de que los diversos aspectos puedan determinarse más claramente, ahora se describirán algunas realizaciones, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La FIGURA 1 es un diagrama esquemático de un flujo de proceso para sistemas para el uso de biomasa, de acuerdo con algunas realizaciones;

la FIGURA 2 es un diagrama esquemático de un flujo de proceso para sistemas para la recolecta de biomasa, de acuerdo con algunas realizaciones;

5 la FIGURA 3 es un diagrama esquemático de un flujo de proceso para la recolecta de biomasa, de acuerdo con algunas realizaciones;

la FIGURA 4 es una ilustración isométrica de un sistema para la recolecta de biomasa de segunda pasada, de acuerdo con algunas realizaciones;

10 la FIGURA 5 es un diagrama esquemático de un segundo flujo de proceso para la recolecta de biomasa, de acuerdo con algunas realizaciones;

15 la FIGURA 6 es una ilustración isométrica de un sistema para la recolecta de biomasa de primera pasada, de acuerdo con algunas realizaciones;

las FIGURAS 7A a 7D son diagramas de las condiciones operativas para el proceso de recolecta de biomasa de acuerdo con un ejemplo de realización;

20 la FIGURA 8 es una vista en perspectiva de una biorrefinería que comprende una instalación de producción de etanol celulósico de acuerdo con algunas realizaciones;

la FIGURA 9 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema para la recepción y preparación de biomasa para una instalación de producción de etanol celulósico, de acuerdo con algunas realizaciones;

25 la FIGURA 10 es un diagrama de bloques esquemático del aparato usado para la preparación, el pretratamiento y la separación de biomasa, de acuerdo con algunas realizaciones;

30 las TABLAS 1A y 1B enumeran la composición de la biomasa que comprende materia vegetal lignocelulósica de la planta de maíz de acuerdo con realizaciones ejemplares y representativas; y

las TABLAS 2A y 2B proporcionan datos y resultados obtenidos a través del uso del sistema de recolecta de biomasa de acuerdo con algunas realizaciones ejemplares.

35 Descripción de las realizaciones

El uno o más aspectos divulgados se relacionan con los sistemas y métodos para la recolecta de biomasa. Dados estos inconvenientes significativos en la recolecta de biomasa actual, los aspectos divulgados proporcionan la recolecta de biomasa por lo que se reduce la inclusión de materias extrañas. Los aspectos divulgados también

40 contemplan la recolecta de mazorcas y forraje de maíz.

La biomasa se puede utilizar en varias aplicaciones posteriores, como fuente de combustible, alimento para ganado, compost/fertilizante, cubierta vegetal, fabricación de plásticos de nueva generación, fabricación de materias primas (como fibra) y producción de etanol celulósico, entre otras aplicaciones conocidas o futuras. Como ejemplo, gran

45 parte de la divulgación se centrará en la aplicación de biomasa para su uso como materia prima para la producción de etanol celulósico. Esta descripción detallada de la biomasa para su uso en la producción de etanol está destinada a ilustrar simplemente una aplicación de ejemplo para el uso de la biomasa. Estos ejemplos no pretenden de ninguna manera limitar el alcance de las realizaciones a la recolecta de biomasa para ningún propósito posterior particular.

50 La biomasa comprende materia vegetal que puede ser adecuada para su uso directo como fuente de combustible/energía o como materia prima para procesar en otro bioproducto (por ejemplo, un biocombustible como el etanol celulósico) producido en una biorrefinería (como una planta de etanol). La biomasa puede comprender, por ejemplo, mazorcas y forraje de maíz (por ejemplo, tallos y hojas) disponibles durante o después de la recolecta de

55 los granos de maíz, la fibra del grano de maíz, el pasto, los residuos agrarios o agrícolas, astillas de madera u otros residuos de madera, algas y otra materia vegetal o de microorganismos. Para ser utilizada o procesada, la biomasa se cosechará y recolectará del campo y se transportará al lugar donde se usará o procesará.

Como se señaló anteriormente, para muchos usos de la biomasa se desea que solo se recolecte material no grano (*Material Other than Grain*, MOG) que esté libre de materias extrañas, como tierra y rocas. La FIGURA 1 ilustra los

60 medios de recolecta de biomasa. La procuración de biomasa generalmente implica la recolecta de la biomasa de una o más fuentes. En muchas de las realizaciones proporcionadas en el presente documento, la biomasa se recoge de un campo de maíz durante o después de la cosecha de los granos de maíz. En realizaciones alternativas, la biomasa se puede recolectar durante o después de la cosecha de otros granos o cultivos alimentarios. Cuando la

65 biomasa es de materiales de madera, la recolecta se puede realizar en el molino u otro centro de procesamiento. La biomasa recolectada normalmente será embalada o mantenida como material suelto. Los detalles del proceso de

recolecta de biomasa de acuerdo con realizaciones ejemplares se discuten a continuación con mayor detalle con referencia a las FIGURAS 2-6. Los métodos de recolecta de biomasa por lo general deben ser entendidos y aceptados fácilmente por la industria agrícola para garantizar el cumplimiento de la recolecta. Del mismo modo, es poco probable que la comunidad agrícola adopte métodos de recolecta que retrasen la cosecha de los granos de maíz. Por lo tanto, los sistemas y métodos descritos de recolecta de biomasa con niveles reducidos de materias extrañas son generalmente rápidos y no se desvían significativamente de las prácticas agrícolas aceptadas.

Después de la recolecta de biomasa, el material se almacena hasta que se necesita para el procesamiento posterior, como el material de entrada en una planta de etanol celulósico, planta de fabricación o entrada en una corriente de alimentación animal. Cuando la biomasa se ha embalado, el almacenamiento puede incluir el apilamiento de fardos para reducir el contacto entre la biomasa y el suelo. También puede ser ventajoso cubrir la biomasa, protegiéndola de la exposición a los elementos. En algunas realizaciones, el almacenamiento puede realizarse para permitir que la biomasa se seque. Esto puede incluir la interrupción periódica de la biomasa, de modo que la biomasa húmeda enterrada se ponga en contacto con el aire. El almacenamiento también puede incluir algún tipo de pretratamiento, en algunas realizaciones, antes del procesamiento. Por ejemplo, puede ser conveniente ajustar el pH de la biomasa almacenada para comenzar la descomposición de la celulosa o algún otro efecto deseado. En algunas realizaciones, puede ser deseable que la biomasa se almacene durante más de 12 meses hasta la próxima temporada de cosecha, sin una gran pérdida en la calidad de la biomasa.

Después del almacenamiento, la biomasa se transporta a la instalación de procesamiento. En el caso de la producción de etanol, la biomasa se transporta a la biorrefinería. Para la fabricación de productos, la biomasa puede ser transportada a una fábrica. Para el compostaje, la biomasa puede ser transportada a un vertedero. Para la energía, la biomasa puede ser transportada a una planta de energía. Además, cuando se usa como alimento o lechos para animales, la biomasa puede ser transportada a una granja o centro de procesamiento. Típicamente, el transporte se realiza utilizando ferrocarril, o camión y remolques. La biomasa puede entonces ser procesada. En muchas realizaciones descritas en el presente documento, el procesamiento puede incluir el uso de la biomasa como material de partida para la producción de etanol. Sin embargo, se consideran otros usos para la biomasa y se incluyen dentro del alcance de algunas realizaciones. Estos otros usos pueden incluir biomasa como combustible, para el compost/fertilizante, como cobertura del suelo, alimento para animales o como materia prima para algún otro artículo de fabricación.

Las FIGURAS 2-6 proporcionan explicaciones más detalladas de métodos y mecanismos de ejemplo para la recolecta de la biomasa. En algunas realizaciones, la biomasa se puede recolectar de un campo de maíz durante o después de la cosecha del maíz. En un ejemplo, la FIGURA 2 ilustra las prácticas tradicionales para la cosecha de biomasa. Se ha de tener en cuenta que, mientras que en el presente ejemplo el maíz se está utilizando para la cosecha como biomasa, como se indicó anteriormente, las fuentes de biomasa adicionales pueden adaptarse fácilmente para su uso junto con los sistemas divulgados. Por ejemplo, el heno u otros productos vegetales de reservas de alimentos también se pueden cosechar fácilmente de manera similar para las fuentes de biomasa, en algunas realizaciones alternativas.

En este ejemplo de cosecha tradicional de biomasa, una cosechadora configurada para cosechar el maíz se pone en funcionamiento durante la cosecha. El cabezal de la cosechadora retira las mazorcas de maíz (incluidas la cáscara y las hojas) del tallo, ocasionalmente también retirando y capturando una porción del tallo de maíz (por ejemplo, una porción superior), y retira los granos de maíz de las espigas. El residuo restante, o forraje (por ejemplo, tallos, hojas, cáscaras y mazorcas), puede cortarse en pedazos más pequeños por un conjunto de cortadora y esparcirse en el campo utilizando un aparato esparcidor en la parte posterior de la cosechadora. En una operación típica de "rastrillo y fardo", el forraje de maíz (por ejemplo, tallos, hojas, cáscaras y mazorcas) se rastrilla en filas (por ejemplo, hileras) después de la cosecha de maíz y las filas se embalan en fardos redondos o cuadrados con una embaladora. Esto resulta en una alta tasa de captura de forraje de maíz (típicamente 60 por ciento o más), pero los fardos también pueden comprender un alto porcentaje de materia extraña, como tierra, piedras y residuos. Cuando la biomasa se prepara y se trata previamente de acuerdo con una realización del proceso de producción de etanol, las materias extrañas pueden causar problemas, por ejemplo, con equipos, como molinos y bombas (entre otras cosas), y los sistemas de tratamiento de desechos. La eliminación de toda la planta de maíz del campo para su uso como biomasa también puede dejar el suelo al descubierto y puede causar la erosión del suelo y puede agotar el suelo de nutrientes. Las porciones más bajas de los tallos de maíz también pueden ser más difíciles de tratar y procesar con etanol, y pueden requerir condiciones más severas para descomponerse en azúcares.

En respuesta a estos inconvenientes de la cosecha típica de biomasa, se proporcionan realizaciones de un método de cosecha que deja una porción del tallo. De acuerdo con una primera realización, como se muestra en la FIGURA 3, la parte superior del tallo se retira y la cosechadora se usa para forzar la porción inferior (por ejemplo, la porción restante) de los tallos mayormente planos (por ejemplo, horizontales) en el campo creando un "lecho" sobre el cual se puede depositar el residuo (porción superior del tallo y las mazorcas) después de retirar el maíz de la mazorca. El forzamiento de los tallos en el campo se puede lograr mediante el uso de un "cabezal de corte de maíz" que corta la porción inferior del tallo cerca del suelo y lo coloca en el campo, o un "pisador de tallos" que dobla los tallos hacia abajo y los fuerza horizontalmente en el campo (por ejemplo, pisando), o una combinación de ambos cortado y pisado. El aparato esparcidor de la cosechadora se puede desactivar de tal manera que la porción superior

de los tallos y las mazorcas se depositen en las hileras 308 detrás de la cosechadora a medida que la cosechadora se mueve a lo largo del campo. La función de corte de la cosechadora también se puede desactivar para dejar el residuo en piezas más grandes para el embalado. Las porciones superiores de los tallos y las mazorcas pueden recogerse y embalsarse 310 con una embaladora, produciendo fardos de biomasa con cantidades mínimas de materia extraña o porciones inferiores de tallos. Estas realizaciones de la cosecha de biomasa dan como resultado una menor recolecta de biomasa total disponible; sin embargo, con esta reducción en el rendimiento general hay una gran reducción acompañante de materia extraña y un tallo inferior no deseado, incluido en los fardos. Además, como gran parte de la porción "inferior" menos deseable del tallo de maíz permanece en el campo, el riesgo de una erosión no deseada o el agotamiento de nutrientes del suelo se puede mitigar en gran medida.

La función de embalado de la porción superior de la planta de maíz puede realizarse mediante una sola pasada de una cosechadora (por ejemplo, la primera pasada) y una única pasada de una embaladora (por ejemplo, la segunda pasada), lo que proporciona un método rápido de recolecta de biomasa con cualidades deseables para la producción de etanol (u otra fabricación).

La FIGURA 4 proporciona una ilustración de ejemplo de la recolecta de biomasa como se describió anteriormente en referencia a la FIGURA 3. En este ejemplo, la cosechadora 402 se ve retirando el maíz y depositando alguna porción del tallo, las hojas y las mazorcas en hileras 404 detrás de la cosechadora 402. Las porciones más bajas de los tallos de maíz se aplanan (o cortan) para proporcionar un lecho sobre el cual se depositan las hileras 404. El aparato de corte y el aparato esparcidor de la cosechadora pueden desactivarse en estas realizaciones para asegurar que la biomasa se deposite en hileras limpias sobre el lecho de tallos. Una embaladora 406 puede recoger después el material de la hilera 404 y generar fardos de biomasa 408 que están sustancialmente libres de residuos.

En algunas realizaciones alternativas, como se muestra en la FIGURA 5, la cosechadora nuevamente elimina la porción superior del tallo 502. El maíz se puede retirar 504 de la mazorca, lo cual se puede realizar normalmente. Sin embargo, en lugar de depositar este material retirado en el suelo, en estas realizaciones, las mazorcas y el forraje de la porción superior del tallo se depositan directamente desde la cosechadora en un carrito de recolecta o embaladora 506. Al colocar directamente la biomasa dentro de un carrito de recolecta o embaladora, estas realizaciones pueden ayudar a evitar que la biomasa entre en contacto con el suelo. Por lo tanto, la recolecta de materias extrañas (tierra, rocas, etc.) se puede mantener en un mínimo absoluto. El transporte de la biomasa desde la cosechadora hasta el contenedor de recolecta o la embaladora se puede realizar utilizando una barrena o un aparato de tipo de cinta transportadora. La biomasa puede entonces ser embalada 508. El embalado puede ocurrir directamente en la cosecha si la biomasa se dirige a una embaladora, o se puede realizar a partir de la biomasa recolectada si se ha dirigido a un contenedor de recolecta. En algunas realizaciones, la biomasa puede permanecer como material suelto en lugar de ser embalada.

Al igual que en el ejemplo anterior, esta técnica de embalado de primera pasada deja una parte significativa del tallo inferior de la planta en el campo para el apoyo de nutrientes y el control de la erosión. Solo las porciones superiores del tallo, hojas, cáscaras y mazorcas se depositan en el carrito de recolecta (y/o embaladora), según un aspecto.

La FIGURA 6 proporciona una ilustración de ejemplo de la recolecta de biomasa como se describió anteriormente en referencia a la FIGURA 5. En esta ilustración de ejemplo, se muestra la cosechadora 602 retirando el maíz y colocando las porciones superiores del tallo y las mazorcas en una transportadora 604. La transportadora 604 dirige los materiales de forraje directamente a la embaladora 606 para la generación de los fardos 608. Este proceso puede dar como resultado que se recolecten residuos mínimos con la biomasa.

Las condiciones de funcionamiento para las condiciones objeto relacionadas con algunas realizaciones del sistema de recolecta de biomasa se muestran en las FIGURAS 7A a 7D. Las condiciones de funcionamiento para cada condición objeto se pueden indicar como rangos "anidados", que comprenden un intervalo de funcionamiento aceptable (se muestra el intervalo externo/amplio), un intervalo de funcionamiento ejemplar más específico (el intervalo medio mostrado, si corresponde), y un intervalo de funcionamiento aún más específico ejemplar (se muestra el intervalo interno/estrecho, si corresponde).

De acuerdo con una realización, como se muestra en la FIGURA 7A, alrededor del 15 al 30 por ciento de la biomasa disponible puede ser recolectada mediante un embalado de segunda pasada. De acuerdo con una realización, alrededor del 17 al 25 por ciento de la biomasa disponible puede ser recolectada, y de acuerdo con otra realización, alrededor del 20 al 23 por ciento de la biomasa disponible puede ser recolectada mediante un embalado de segunda pasada. Como se muestra en las FIGURAS 7B a 7D, de acuerdo con una realización, los fardos comprenden aproximadamente 25 a 50 por ciento de mazorcas, 35 a 60 por ciento de hojas y cáscaras, del 10 al 25 por ciento de tallos y menos del 5 por ciento de materia extraña (por ejemplo, material diferente de las mazorcas de maíz, hojas de maíz y cáscaras y tallos de maíz en peso). Según otra realización, los fardos comprenden aproximadamente del 28 al 42 por ciento de mazorcas, del 40 al 55 por ciento de hojas y cáscaras, del 12 al 22 por ciento de tallos y menos del 4 por ciento de materia extraña. De acuerdo con una realización particular, los fardos comprenden aproximadamente del 32 al 35 por ciento de mazorcas, del 44 al 48 por ciento de hojas y cáscaras, del 14 al 18 por ciento de tallos y menos del 3 por ciento de materia extraña.

La siguiente descripción se dirigirá a casos de uso específico de biomasa recolectada, como se describió anteriormente, en relación con las FIGURAS 8-10. En referencia a la FIGURA 8, se muestra una biorrefinería 800 configurada para producir etanol a partir de biomasa. El etanol se puede producir a partir de materia prima a base de granos (por ejemplo, maíz, sorgo/milo, cebada, trigo, soja, etc.), a partir de azúcar (por ejemplo, de caña de azúcar, remolacha azucarera, etc.), y de biomasa (por ejemplo, de materia prima celulósica como el pasto varilla, las mazorcas y forraje de maíz, la madera, las algas u otra materia vegetal o de microorganismos), según se indica.

En una biorrefinería configurada para producir etanol a partir de biomasa como materias primas celulósicas, el etanol se produce a partir de material lignocelulósico (por ejemplo, celulosa y/o hemicelulosa). La materia prima lignocelulósica, tal como el material lignocelulósico de la planta de maíz, comprende celulosa (a partir de la cual se pueden obtener azúcares C6 tales como glucosa) y/o hemicelulosa (a partir de la cual se pueden obtener azúcares C5 tales como xilosa y arabinosa).

Como se muestra en la FIGURA 8, la biorrefinería 800 comprende un área donde la biomasa se envía y se prepara para ser suministrada a la instalación de producción de etanol celulósico. La instalación de producción de etanol celulósico comprende un aparato para la preparación 802, el pretratamiento 804 y el tratamiento de la biomasa en biomasa tratada adecuada para la fermentación en producto de fermentación en un sistema de fermentación 806. La instalación comprende un sistema de destilación 808 en el que el producto de fermentación se destila y se deshidrata en etanol. Como se muestra en la FIGURA 8, la biorrefinería también puede comprender un sistema de tratamiento de residuos 810 (que se muestra como un digestor anaeróbico y un generador).

Con referencia a la FIGURA 9, se muestra un sistema 900 para la preparación de biomasa enviada a la biorrefinería. El sistema de preparación de biomasa puede comprender aparatos para la recepción/descarga de la biomasa, limpieza (por ejemplo, retirada de materias extrañas), trituración (por ejemplo, molienda, reducción o densificación) y transporte y conducción para su procesamiento en la planta. En algunas realizaciones, los sistemas y métodos descritos en el presente documento para la recolecta de biomasa pueden reducir suficientemente la cantidad de materia extraña incluida con la biomasa para hacer superflua la etapa de limpieza. Por lo tanto, con la recolecta de biomasa divulgada, la etapa de limpieza puede reducirse o incluso omitirse, en algunas realizaciones. De acuerdo con una realización ejemplar, la biomasa en forma de mazorcas y forraje de maíz se puede enviar a la biorrefinería y almacenar (por ejemplo, en fardos), mostrarse como almacenamiento 902 y administrar para su uso en la instalación. De acuerdo con una realización, la biomasa puede comprender al menos del 32 al 35 por ciento de mazorcas de maíz (en peso) con forraje de maíz y otra materia. De acuerdo con otras realizaciones ejemplares, el sistema de preparación 904 de la biorrefinería puede configurarse para preparar cualquiera de una amplia variedad de tipos de biomasa (por ejemplo, materia vegetal) para el tratamiento y procesamiento en etanol y otros bioproductos en la planta.

De acuerdo con una realización, la biomasa comprende materia vegetal de la planta de maíz, tal como mazorcas de maíz, cáscaras, hojas y tallos (por ejemplo, al menos la mitad superior o la cuarta parte del tallo); la composición de la materia vegetal (por ejemplo, celulosa, hemicelulosa y lignina) será aproximadamente como se indica en las TABLAS 1A y 1B (por ejemplo, después de la preparación inicial de la biomasa, incluida la retirada de cualquier materia extraña). De acuerdo con una realización, la materia vegetal comprende mazorcas de maíz, cáscaras/hojas y tallos; por ejemplo, la materia vegetal puede comprender (en peso) hasta el 100 por cien de mazorcas, hasta el 100 por cien de cáscaras/hojas, aproximadamente 50 por ciento de mazorcas y aproximadamente el 50 por ciento de cáscaras/hojas, aproximadamente el 30 por ciento de mazorcas y aproximadamente el 50 por ciento de cáscaras/hojas y aproximadamente el 20 por ciento de tallos, o cualquiera de una amplia variedad de otras combinaciones de mazorcas, cáscaras/hojas y tallos de la planta de maíz. Véase la TABLA 1A. Según una realización alternativa, la materia vegetal lignocelulósica puede comprender fibra del grano de maíz (por ejemplo, en alguna combinación con otra materia vegetal). La TABLA 1B proporciona intervalos típicos y esperados que se consideran representativos de la composición de la biomasa que comprende material lignocelulósico de la planta de maíz. De acuerdo con realizaciones ejemplares, la materia vegetal lignocelulósica de la biomasa (de la planta de maíz) puede comprender (en peso) celulosa aproximadamente del 30 al 55 por ciento, hemicelulosa aproximadamente del 20 al 50 por ciento, y lignina aproximadamente del 10 al 25 por ciento; de acuerdo con una realización particular, la materia vegetal lignocelulósica de la biomasa (por ejemplo, al menos una de las mazorcas de maíz, cáscaras de plantas de maíz, hojas de plantas de maíz y tallos de plantas de maíz o porciones de tallos) puede comprender (en peso) celulosa aproximadamente del 35 al 45 por ciento de hemicelulosa aproximadamente del 24 al 42 por ciento, y lignina aproximadamente del 12 al 20 por ciento. De acuerdo con una realización, el pretratamiento de la biomasa puede producir un componente líquido que comprende (en peso) xilosa a no menos del 1,0 por ciento y un componente de sólidos que comprende (en peso) celulosa (a partir de la cual puede obtenerse glucosa) a no menos del 45 por ciento.

La FIGURA 10 muestra un aparato 1000 utilizado para la preparación, el pretratamiento y la separación de biomasa lignocelulósica de acuerdo con una realización ejemplar. Como se muestra, la biomasa se prepara en una trituradora 1002 (por ejemplo, una trituradora u otro aparato o molino adecuado). El pretratamiento 1004 de la biomasa preparada se realiza en un recipiente de reacción (o conjunto de recipientes de reacción) suministrados con biomasa preparada y ácido/agua en una concentración predeterminada (o pH) y otras condiciones de funcionamiento. La biomasa pretratada se puede separar en una centrifugadora 1006 en un componente líquido (corriente C5 que

comprende principalmente líquidos con algunos sólidos) y un componente sólido (corriente C6 que comprende líquidos y sólidos tales como lignina y celulosa a partir de los cuales la glucosa puede estar disponible mediante un tratamiento adicional).

- 5 Se llevaron a cabo ejemplos limitados utilizando el sistema como se muestra en las FIGURAS 3 y 5 para evaluar la composición de los fardos usando el sistema de recolecta de biomasa descrito en el presente documento.

Ejemplo 1

- 10 El método de cosecha de biomasa se utilizó en el Ejemplo 1 para determinar la composición de los fardos de biomasa utilizando un método típico de rastrillo y fardo (produciendo un fardo tradicional) y una realización de uno o más de los aspectos divulgados (produciendo un "fardo de segunda pasada"). El maíz se cosechó utilizando una cosechadora John Deere 9770 (disponible de John Deere, Moline, IL). La muestra 1 se creó rastrillando el forraje restante en el campo en hileras y embalando las hileras en fardos redondos. Las muestras 2 a 5 se crearon utilizando un aparato de pisado de tallos (por ejemplo, 80121 Stalk Stomper disponible en May Wes, Hutchinson, MN) para aplanar los tallos de maíz y crear un lecho de materia, depositando el forraje residual en hileras en la parte superior del lecho y embalando las hileras en fardos redondos. Se usó una embaladora John Deere 568 (disponible de John Deere, Moline, IL) para embalar la biomasa. Los fardos se analizaron para evaluar su composición (porcentaje de tallo, hoja, cáscara, mazorca y materia extraña). Los resultados del Ejemplo 1 se muestran en la TABLA 2A. Se observó que una composición más deseable de los fardos de biomasa para la producción de etanol podría lograrse utilizando los métodos descritos que la que se podría lograr utilizando el método típico de rastrillo y fardos. También se observó que los fardos de segunda pasada comprendían un porcentaje mayor de mazorca que los fardos tradicionales (un promedio del 34 por ciento en comparación con el 9 por ciento), un porcentaje menor de tallos (un promedio del 16 por ciento en comparación con el 32 por ciento), un porcentaje menor de grano (un promedio del 1 por ciento en comparación con el 6 por ciento) y un porcentaje menor de materia extraña (un promedio del 2 por ciento en comparación con el 5 por ciento).

Ejemplo 2

- 30 El método de cosecha de biomasa se utilizó en el Ejemplo 2 para determinar la composición de los fardos de biomasa utilizando un método típico de rastrillo y fardo (produciendo un fardo de forraje tradicional) y una realización de los aspectos descritos (produciendo un "fardo de primera pasada"). El maíz se cosechó utilizando una cosechadora John Deere 9770, (disponible de John Deere, Moline, IL). Una primera muestra fue creada rastrillando el forraje restante en el campo en hileras y embalando las hileras en fardos redondos. Otras muestras, que se promediaron, se crearon utilizando una cinta transportadora para transportar el forraje de maíz directamente desde la cosechadora a la embaladora. Se usó una embaladora John Deere 568 (disponible de John Deere, Moline, IL) para embalar la biomasa. Los fardos se analizaron para evaluar su composición (porcentaje de tallo, hoja, cáscara, mazorca y materia extraña). Los resultados del Ejemplo 2 se muestran en la TABLA 2B. Se observó que una composición más deseable de los fardos de biomasa para la producción de etanol podría lograrse utilizando los métodos descritos que la que se podría lograr utilizando el método típico de rastrillo y fardos. También se observó que los fardos de primera pasada comprendían un mayor porcentaje de mazorca que los fardos tradicionales (un promedio del 61 por ciento en comparación con el 9 por ciento), un porcentaje menor de tallos (un promedio del 6 por ciento en comparación con el 32 por ciento), un porcentaje menor de grano (un promedio del 2 por ciento en comparación con el 6 por ciento), y un porcentaje igual de materia extraña (5 por ciento). Sin embargo, dependiendo de las condiciones, fueron posibles muchas menos materias extrañas en el embalado de primera pasada (en un 1 por ciento), lo que sugiere que a través de la optimización de rutina sería posible mitigar en gran medida la inclusión de materias extrañas.

- 50 Las realizaciones según se divulgan y describen en el presente documento (incluidas las FIGURAS y los Ejemplos) pretenden ser ilustrativas y explicativas de los diversos aspectos. Las modificaciones y variaciones de las realizaciones descritas, por ejemplo, de los aparatos y procesos empleados (o que se van a emplear), así como de las composiciones y tratamientos utilizados (o que se van a utilizar), son posibles; se pretende que todas estas modificaciones y variaciones estén dentro del alcance de la divulgación objeto.

- 55 La palabra "ejemplar" se usa para significar que sirve como ejemplo, prueba o ilustración. Cualquier realización o diseño descrito como "ejemplar" no debe interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso sobre otras realizaciones o diseños, ni pretende excluir estructuras y técnicas ejemplares equivalentes conocidas por los expertos en la materia. Más bien, el uso de la palabra ejemplar está destinado a presentar conceptos de una manera concreta, y la materia objeto divulgada no está limitada por tales ejemplos.

- 60 El término "o" pretende significar un "o" inclusivo en lugar de un "o" exclusivo. En la medida en que los términos "comprende", "tiene", "contiene" y otras palabras similares se usan en la descripción detallada o en las reivindicaciones, para evitar dudas, se pretende que estos términos sean inclusivos de manera similar al término "que comprende" como una palabra de transición abierta sin excluir ningún elemento adicional o de otro tipo.

65

REIVINDICACIONES

1. Un método de recolecta de biomasa, que comprende:
- 5 cosechar la biomasa con una cosechadora en una primera pasada, en el que una segunda porción de la biomasa se separa (302) de una primera porción de la biomasa y la segunda porción de la biomasa pasa a través de la cosechadora;
- 10 aplanar (304) la primera porción de la biomasa en la parte superior de un terreno y en una formación de lecho y depositar (308) la segunda porción de la biomasa en una hilera que cubre la primera porción aplanada de la biomasa; y
- embalar (310) la segunda porción depositada de la biomasa en una segunda pasada, en el que un fardo formado a partir de la segunda pasada comprende sustancialmente la segunda porción de la biomasa.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, en el que el aplanamiento (304) se realiza utilizando la cosechadora antes del embalado.
3. El método según la reivindicación 1, en el que el fardo comprende aproximadamente del 15 al 30 por ciento de la biomasa comprendida en la primera porción y la segunda porción de la biomasa.
- 20 4. El método según la reivindicación 1, en el que el fardo comprende aproximadamente del 17 al 25 por ciento de la biomasa total comprendida en la primera porción y la segunda porción de la biomasa.
5. El método según la reivindicación 1, en el que el fardo comprende aproximadamente del 20 al 23 por ciento de la biomasa comprendida en la primera porción y la segunda porción de la biomasa.
- 25 6. El método según la reivindicación 1, que comprende además cortar la primera porción de la biomasa con un cabezal de corte de maíz.
7. El método según la reivindicación 1, que comprende además pisar la primera porción de la biomasa con un pisador de tallos.
- 30 8. El método según la reivindicación 1, en el que la cosecha comprende la cosecha de la biomasa que comprende material lignocelulósico.
- 35 9. El método según la reivindicación 8 que comprende además:
- preparar y pretratar el material lignocelulósico;
- tratar y fermentar el material lignocelulósico pretratado para producir un producto de fermentación que comprende etanol; y
- 40 destilar el producto de fermentación para recuperar el etanol.
10. El método según la reivindicación 1, en el que los fardos comprenden aproximadamente del 25 al 50 por ciento en peso de mazorcas de maíz.
- 45 11. El método según la reivindicación 1, en el que los fardos comprenden aproximadamente del 35 al 60 por ciento en peso de hojas y cáscaras de maíz.
12. El método según la reivindicación 1, en el que los fardos comprenden aproximadamente del 10 al 25 por ciento en peso de tallos de maíz.
- 50 13. El método según la reivindicación 1, en el que los fardos comprenden menos de aproximadamente el 5 por ciento en peso de materia distinta de las mazorcas de maíz, hojas y cáscaras de maíz y tallos de maíz.
14. El método según la reivindicación 1, en el que el fardo comprende del 28 al 42 por ciento en peso de mazorcas, del 40 al 55 por ciento en peso de hojas y cáscaras, del 12 al 22 por ciento en peso de tallos, y menos del 4 por ciento en peso de materias extrañas en la biomasa.
- 55

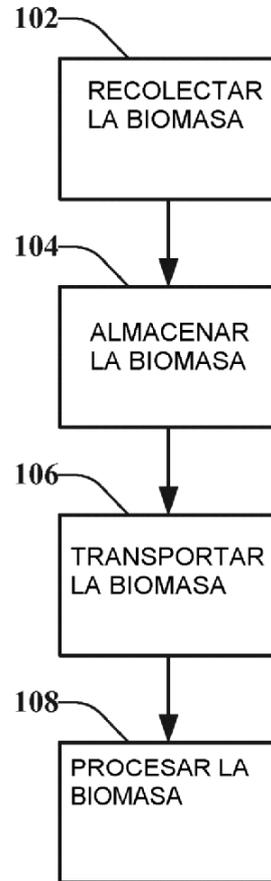


FIGURA 1

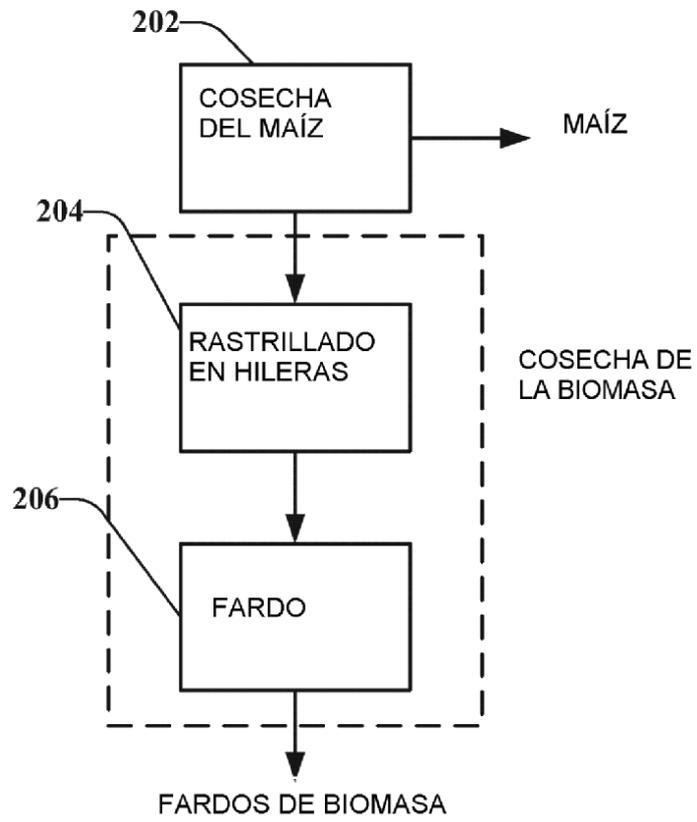


FIGURA 2

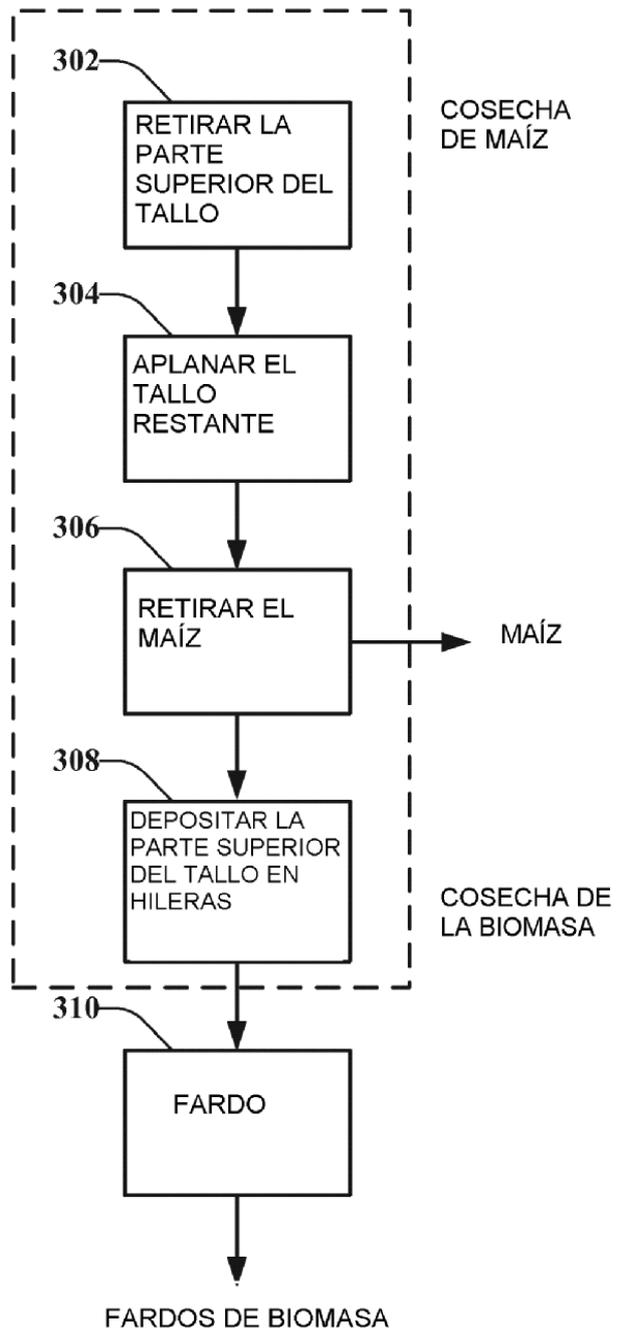


FIGURA 3

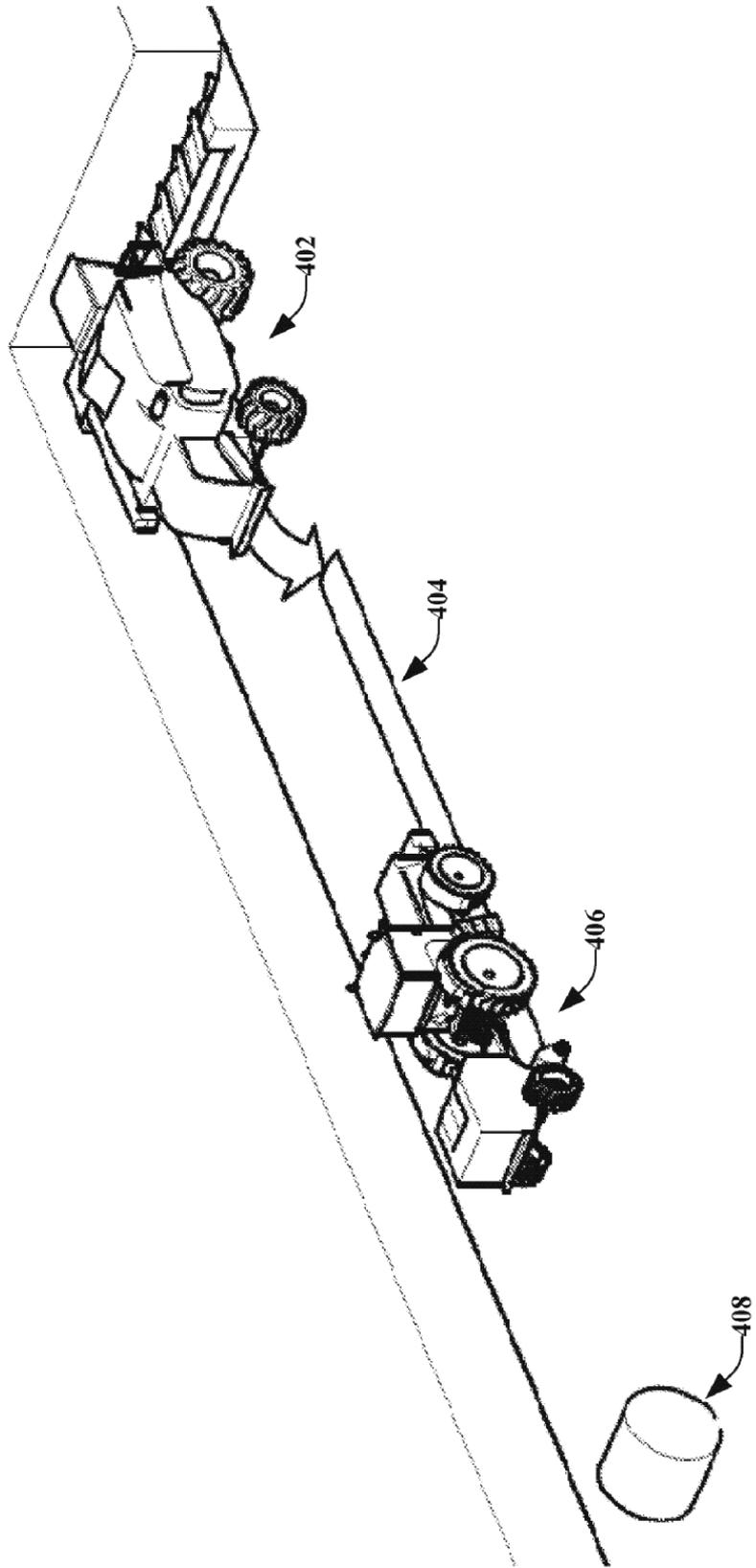


FIGURA 4

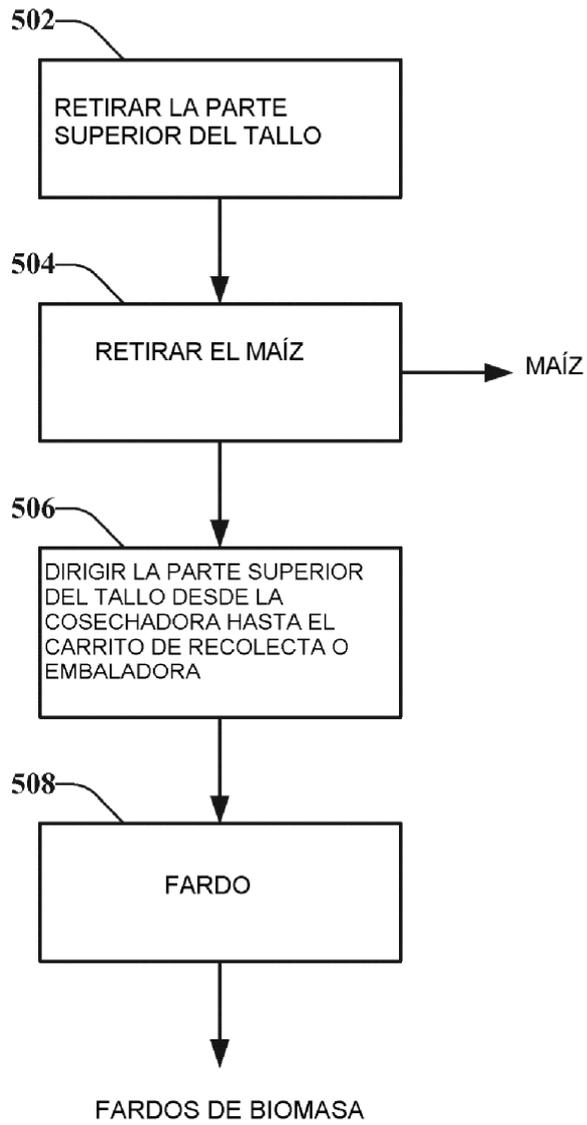


FIGURA 5

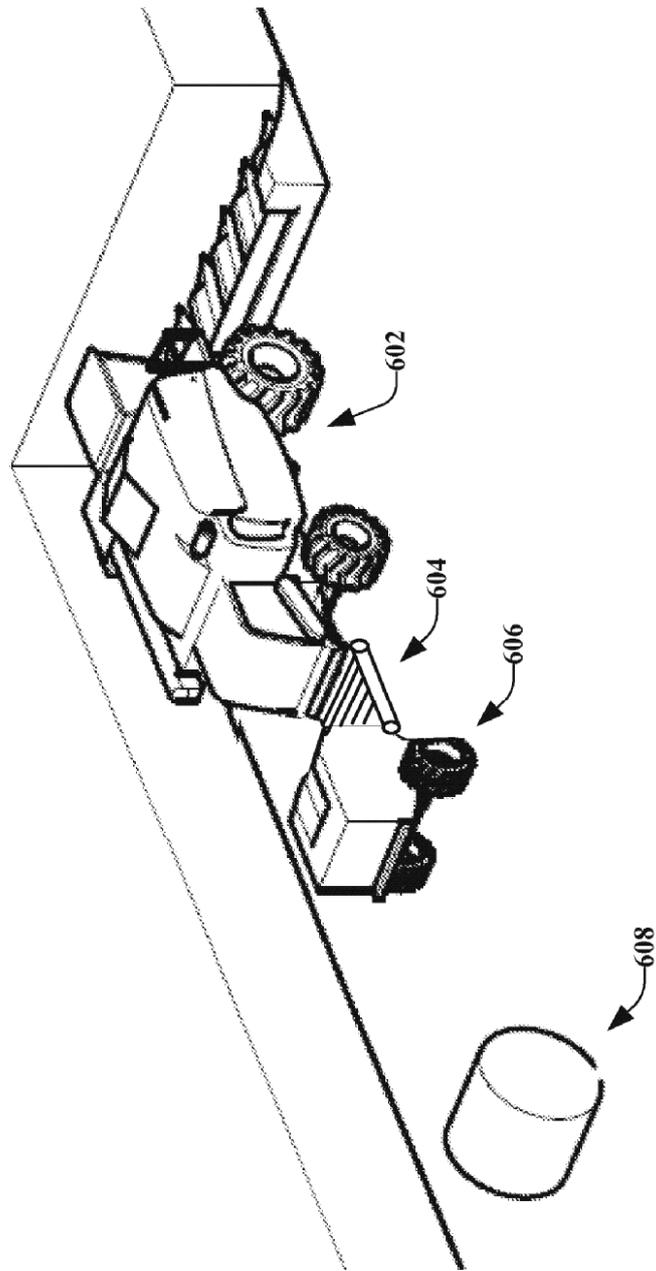


FIGURA 6

CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Tasa de recolecta (porcentaje de biomasa disponible)

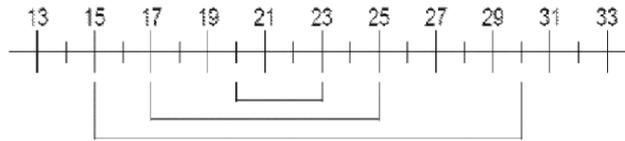


FIGURA 7A

CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Composición del fardo, mazorca (porcentaje en peso)

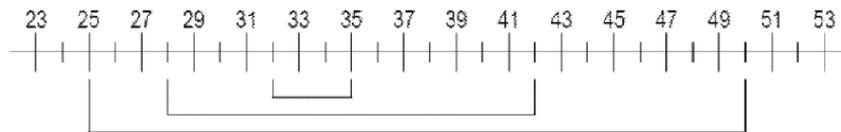


FIGURA 7B

CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Composición del fardo, hoja y cáscara (porcentaje en peso)

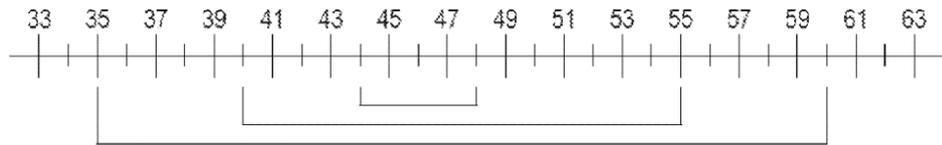


FIGURA 7C

CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Composición del fardo, tallo (porcentaje en peso)

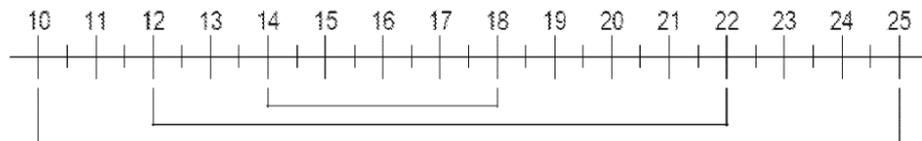


FIGURA 7D

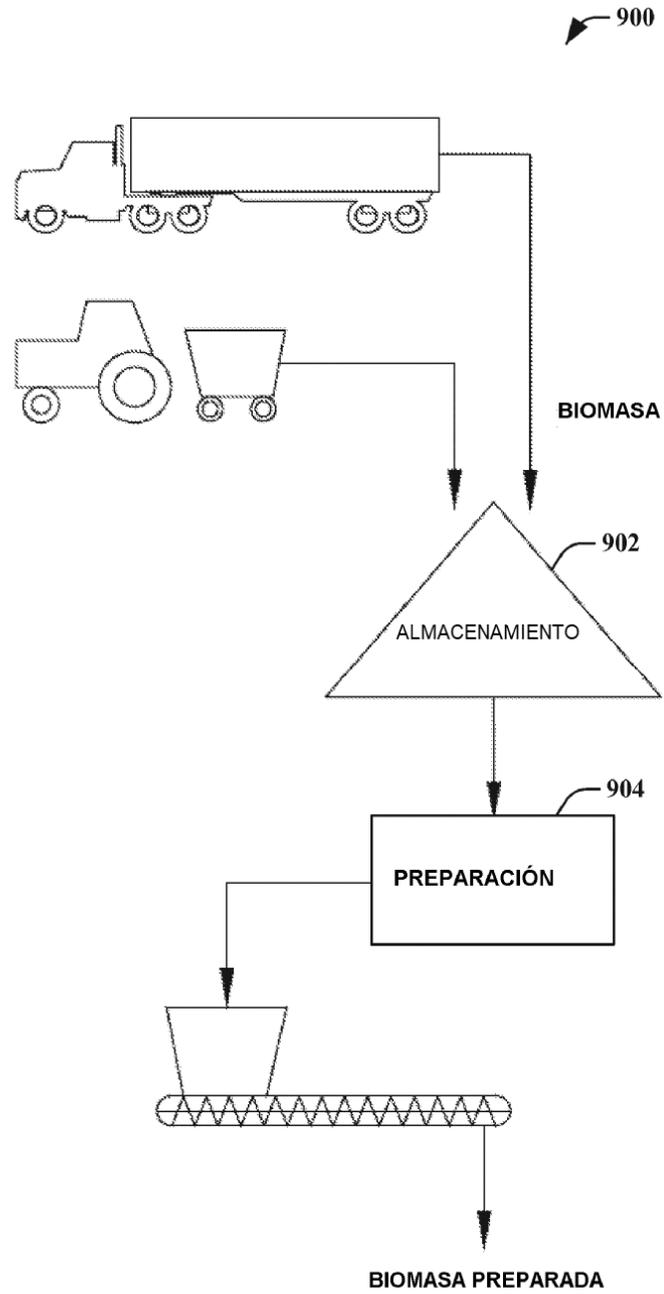


FIGURA 9

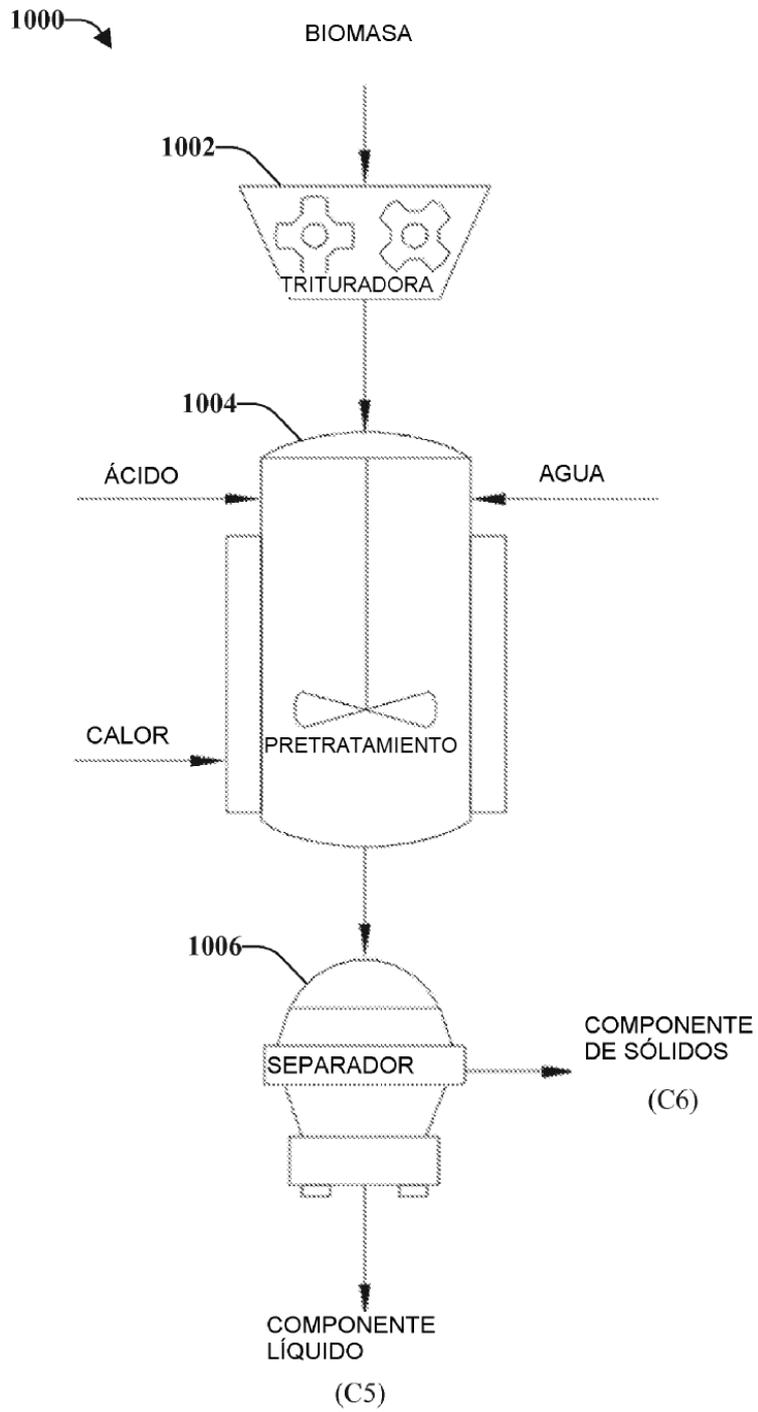


FIGURA 10

TABLA 1A

Composicion de biomasa

Mazorca (porcentaje)	Cáscara/ hoja (porcentaje)	Tallos (porcentaje)	Celulosa (Glucano) (porcentaje)	Hemicelulosa				Lignina (porcentaje)	Ceniza (porcentaje)
				Xilano (porcentaje)	Arabinano (porcentaje)	Acetato (porcentaje)	Compuesto (porcentaje)		
100	0	0	36,0	33,3	3,6	3,0	39,9	14,9	2,2
0	100	0	37,2	25,6	4,9	2,2	32,7	13,0	7,7
0	0	100	41,7	22,5	2,4	2,6	27,5	18,3	3,7
50	0	50	38,8	27,9	3,0	2,8	33,7	16,6	3,0
50	50	0	36,6	29,5	4,2	2,6	36,3	14,0	5,0
30	50	20	37,7	27,3	4,0	2,5	33,8	14,6	5,3

TABLA 1B

Composición típica y esperada de la biomasa

	Celulosa (Glucano) (porcentaje) (aprox.)	Hemicelulosa (porcentaje) (aprox.)	Lignina (porcentaje) (aprox.)	Ceniza (porcentaje) (aprox.)
Intervalo típico	35-45	24-42	12-20	2-8
Intervalo esperado	30-55	20-50	10-25	1-10

TABLA 2A

	Mazorca (porcentaje)	Cáscara/hoja (porcentaje)	Tallo (porcentaje)	Grano (porcentaje)	Otro (porcentaje)
Muestra 1, Fardo de forraje tradicional	9	48	32	6	5
Muestra 2, fardo de segunda pasada	30	55	13	2	1
Muestra 3, fardo de segunda pasada	33	48	17	0	1
Muestra 4, fardo de segunda pasada	29	44	23	1	4
Muestra 5, fardo de segunda pasada	45	39	12	1	4
Promedio de fardos de segunda pasada	34	46	16	1	2

TABLA 2B

	Mazorca (porcentaje)	Cáscara/hoja (porcentaje)	Tallo (porcentaje)	Grano (porcentaje)	Otro (porcentaje)
Fardo de forraje tradicional	9	48	32	6	5
Promedio de fardo de primera pasada	61	26	6	2	5
Mínimo de fardo de primera pasada	45	12	2	0	1
Máximo de fardo de primera pasada	72	42	12	7	8