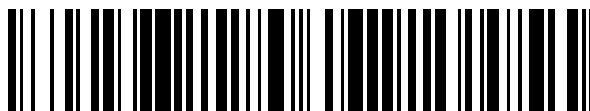


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 648**

51 Int. Cl.:

C05F 5/00 (2006.01)

C10L 9/08 (2006.01)

C10L 5/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2017 E 17382674 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3470386**

54 Título: **Método para tratamiento de biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o residuos que contienen grupos funcionales fenólicos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.10.2020

73 Titular/es:

**ENERGIES TÈRMiques Bàsiques, SL (100.0%)
C/ Maó, 22, 2-1
08022 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

ALIER URIACH, SANTIAGO

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 785 648 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 para tratamiento de biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o residuos que contienen grupos funcionales fenólicos

5 Campo de la técnica

La presente invención concierne al campo de los métodos para tratamiento de biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos agrícolas que contienen grupos funcionales fenólicos, y está destinado a la obtención de un producto para enmienda de suelos, tales como correctores de acidez, abonos, fertilizantes, etc., un biocombustible, productos fenólicos y otros subproductos.

10

El tratamiento de la biomasa de la invención incluye la adición de un catalizador a la biomasa, que se mezcla con la misma y a continuación proceder con una primera etapa de secado por evaporación del agua contenida en la biomasa, producida en primer reactor, y luego con una etapa de torrefacción de la biomasa a tratar en condiciones de anoxia producida en un segundo reactor, todo ello para la obtención de productos de mayor valor, especialmente biocombustibles y productos fenólicos, que son extraídos en forma de gases que posteriormente son licuados y fraccionados.

15

20 Estado de la técnica

Es conocido el procedimiento de tratamiento termoquímico de biomasa en condiciones de anoxia, produciendo una torrefacción, pirólisis o gasificación de dicha biomasa, existiendo multitud de plantas diseñadas a tal efecto.

25 Por ejemplo se conoce, a través del documento EP3048161 del mismo solicitante de la presente invención, una planta dotada de un primer reactor y un segundo reactor conectados en serie para efectuar un tratamiento térmico de una biomasa introducida en dicha planta, obteniendo una fracción gaseosa que puede ser condensada.

Sin embargo ese documento no describe un método que permita la obtención de biocombustibles, abonos y/o productos para enmienda de tierras a partir de biomasa de una amplia gama de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos agrícolas que contienen grupos funcionales fenólicos mediante la adición de catalizadores y de un proceso específico de torrefacción. En realidad ese documento citado no menciona en ningún momento la utilización de catalizadores en una reacción térmica dentro de unos rangos de temperatura determinantes de una reacción de torrefacción.

30 Se conocen muchos otros documentos que describen plantas de tratamiento de biomasa que permiten en particular su torrefacción, por ejemplo los documentos US2015/321980, ES2321341, US20140013657, pero ninguno de ellos describe un método de torrefacción de biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos agrícolas que contienen grupos funcionales fenólicos mediante la adición de catalizadores, y operando en unas determinadas condiciones de tiempo de residencia en cada reactor, y de temperaturas, determinantes de unos gradientes de temperatura específicos.

35

Breve descripción de la invención

45 La presente invención concierne a un método para tratamiento de biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos que contienen grupos funcionales fenólicos para la obtención de un biocombustible.

Dicho método produce una valorización (incremento del valor) de la biomasa, transformando un producto en otro u otros productos de mayor valor que el producto original, como son los biocombustibles.

50 Dicha biomasa es tratada al menos en un primer y en un segundo reactores alargados de reacción termoquímica conectados en línea, de modo que la biomasa atraviese el primer reactor y, posteriormente, el segundo reactor.

Cada uno de los reactores primero y segundo está dotado, de un modo en sí conocido, de:

- 55 • una cámara de reacción termoquímica cilíndrica cerrada;
- una válvula de entrada en una posición adyacente al primer extremo de la cámara de reacción termoquímica, que impide la libre entrada de aire;
- 60 • una válvula de salida de gases que permite la extracción de una fracción gaseosa de la biomasa tratada y una válvula de salida de sólidos que permite la extracción de una fracción sólida de la biomasa tratada, estando dicha válvula de salida de gases y dicha válvula de salida de sólidos previstas en unas posiciones adyacentes al segundo extremo de la cámara de reacción termoquímica, impidiendo la libre entrada de aire;

65

- un transportador helicoidal unido a un árbol motriz accionado por un dispositivo accionador;
- una pluralidad de calefactores proporcionados para calentar, de forma regulable, dicha cámara de reacción termoquímica.

5 Este tipo de plantas dotadas de dos reactores conectados en línea y albergando un transportador helicoidal permiten realizar dos tratamientos diferenciados con condiciones distintas, obteniendo como resultado una fracción gaseosa distinta en cada uno de los reactores.

10 Las válvulas de entrada y salida que impiden la entrada libre de aire permiten crear condiciones cercanas a la anoxia o de anoxia (ausencia o bajo contenido de oxígeno en la atmósfera interior del reactor). Esto permite evitar procesos de oxidación y otras reacciones químicas que impedirían la obtención del biocombustible.

15 Se contempla además que los calefactores puedan estar dispuestos rodeando la cámara de reacción termoquímica y/o que estén dispuestos en su interior, por ejemplo en el propio eje del transportador helicoidal. Una realización que combine ambos calefactores permitiría un rápido y uniforme calentamiento del contenido del reactor.

El método propone las siguientes etapas novedosas:

20 a) introducir en el primer reactor, a través de dicha válvula de entrada (40), la biomasa triturada hasta un tamaño de partícula dado, incluyendo dicha biomasa un catalizador comprendiendo al menos una mezcla de carbonatos cálcico y magnésico;

25 b) realizar una etapa de secado en el interior del primer reactor durante un tiempo comprendido entre los 2 y los 3 minutos, aplicando un primer gradiente de temperatura desde una temperatura de introducción hasta una temperatura comprendida entre los 120°C y los 190°C, provocando la evaporación del agua contenida en la mezcla de biomasa y obteniendo una biomasa seca;

30 c) extraer, a través de la citada válvula de salida de gases (41) del primer reactor, una fracción gaseosa que contiene vapor de agua del primer reactor;

d) introducir en el segundo reactor, a través de su válvula de entrada (40), la biomasa seca previamente extraída del primer reactor a través de la válvula de salida de sólidos (42);

35 e) introducir un gas inerte dentro del segundo reactor determinando unas condiciones de atmósfera anóxica dentro del segundo reactor;

40 f) realizar una etapa de torrefacción en el interior del segundo reactor durante un tiempo comprendido entre los 3 y los 3,5 minutos, aplicando un segundo gradiente de temperatura desde una temperatura de introducción hasta una temperatura comprendida entre los 200°C y los 300°C, provocando la torrefacción de la biomasa seca y su reacción con el catalizador, produciendo una fracción sólida útil para enmienda de suelos o como fertilizante y una fracción gaseosa torrefactada;

45 g) evacuar la fracción gaseosa torrefactada a través de la válvula de salida de gases (41) del segundo reactor y proceder a la licuefacción por condensación de una parte de dicha fracción gaseosa evacuada del segundo reactor obteniendo al menos una fase líquida orgánica, que comprende un biocombustible C14- C18 y fenoles, y una fase líquida acuosa que comprende azúcares y ácidos comprendiendo ácido acético, siendo dichas fases líquidas separables por densidad;

50 h) evacuar la fracción sólida torrefactada a través de la válvula de salida de sólidos (42) del segundo reactor, siendo dicha fracción sólida torrefactada aprovechable como fertilizante o como enmienda de suelos.

55 Así pues en el primer reactor se realiza una etapa de secado consistente en elevar la temperatura de la mezcla de biomasa, que por ejemplo puede ser introducida en el primer reactor a una temperatura ambiente de entre 10°C y 25°C, hasta alcanzar una temperatura comprendida entre los 120°C y los 190°C, o más preferiblemente entre los 160°C y los 190°C. Dicha etapa de secado se extenderá durante un período de entre 2 y 3 minutos, suficiente para producir la evaporación de la mayor parte de la humedad contenida en la mezcla de biomasa, pero insuficiente para degradar o fraccionar los compuestos necesarios para la obtención del biocombustible y otros productos fenólicos, que permanecerán en la biomasa seca. El agua evaporada será extraída del primer reactor en forma de fracción gaseosa a través de la válvula de salida de gases.

60 Se entenderá que la duración de la etapa de secado será igual al tiempo que tarde la biomasa en ser transportada desde la válvula de entrada hasta la válvula de salida de sólidos por medio del transportador helicoidal que es de velocidad regulable.

- 5 La biomasa introducida en el primer reactor estará mezclada con un catalizador que comprenderá al menos una mezcla de carbonatos cálcico y magnésico. Dicho catalizador será preferiblemente mezclado con la biomasa antes de su introducción en el primer reactor, aunque puede suministrarse el catalizador al primer reactor separadamente a la biomasa, produciéndose la mezcla dentro del primer reactor. De este modo el catalizador alcanzará el segundo reactor precalentado, evitando saltos térmicos.
- 10 Preferiblemente la biomasa introducida en el primer reactor tendrá un contenido de agua igual o inferior al 20%, permitiendo obtener una biomasa totalmente seca con un contenido de agua ínfimo, al terminar su tratamiento en el primer reactor.
- 15 El uso de biomasa con un contenido de agua superior al 25% impediría la obtención de biomasa seca tras el paso por el primer reactor durante el período de tiempo estipulado de duración de la etapa de secado, lo cual puede dar lugar a rendimientos inferiores en el proceso de tratamiento, en particular, aumentando la fracción gas en el segundo reactor que aumentará también la fracción de condensado acuoso.
- 20 La biomasa seca obtenida en el primer reactor será extraída del mismo a través de la válvula de salida de sólidos del primer reactor, y será introducida dentro del segundo reactor a través de la válvula de entrada del segundo reactor, evitando o minimizando la entrada de aire atmosférico en dicho segundo reactor. Se entiende que la válvula de salida de sólidos del primer reactor y la válvula de entrada del segundo reactor puede ser una misma válvula compartida por ambos reactores que realice ambas funciones.
- 25 A fin de asegurar las condiciones de anoxia dentro del segundo reactor se inyecta un gas inerte dentro del segundo reactor, por ejemplo y preferentemente CO₂ y/o N₂. Dicho gas inerte impide la entrada de aire exterior dentro del segundo reactor, y expulsa cualquier resto de aire, conteniendo O₂, del interior del segundo reactor.
- 30 Dentro de dicho segundo reactor en condiciones de anoxia se realiza una etapa de torrefacción consistente en elevar la temperatura de la mezcla de biomasa hasta alcanzar una temperatura comprendida entre los 200°C y los 300°C durante un período de entre 3 y 3,5 minutos, suficiente para producir la torrefacción de la biomasa seca, causando una reacción química entre el catalizador y los lignocelulósicos y/o los grupos funcionales fenólicos de la biomasa seca generando así los productos deseados de alto valor añadido, incluyendo biocombustibles.
- 35 Se entenderá que la duración de la etapa de torrefacción será igual al tiempo que tarda la biomasa seca en ser transportada desde la válvula de entrada hasta la válvula de salida de sólidos por medio del transportador helicoidal. El uso de CO₂ como gas inerte puede favorecer esta reacción colaborando también en la reacción química descrita.
- 40 Como resultado de la etapa de torrefacción se generará una fracción gaseosa, que contendrá los compuestos de alto valor añadido deseados, y una fracción sólida fertilizante o un producto para enmienda de suelos.
- 45 La fracción gaseosa será extraída del segundo reactor a través de la válvula de salida de gases del segundo reactor. Posteriormente dicha fracción gaseosa será introducida en un condensador donde se separará una fracción líquida a temperatura ambiente de una fracción gaseosa a temperatura ambiente.
- 50 Como resultado del proceso descrito, la fracción líquida obtenida contendrá una fase líquida orgánica, que comprende biocombustible C14- C18 y fenoles, y una fase líquida acuosa que comprende azúcares y ácidos comprendiendo ácido acético.
- 55 Las fases líquida orgánica y líquida acuosa pueden ser entonces separadas por densidad, flotando una encima de la otra en estratos.
- 60 Según otra realización propuesta el catalizador estará dosificado para la obtención de una mezcla de biomasa con un pH comprendido entre 8,5 y 9,5. Por ejemplo se contempla que el catalizador esté dosificado representando entre un 2% y un 12% del peso de la biomasa con la que se mezcla.
- 65 Igualmente se propone en un ejemplo de realización preferido, que el procedimiento descrito se realice en continuo, siendo la biomasa introducida dentro del primer reactor a una velocidad controlada, y estando los transportadores helicoidales del primer reactor y del segundo reactor regulados para que la biomasa se mantenga dentro del primer reactor y dentro del segundo reactor durante los tiempos arriba mencionados, y se produzcan los gradientes de temperatura indicados.
- En algunos casos, y en particular para todas las podas de biomasa procedente de residuos agrarios como la vid, olivo, manzano, tomate y otros, se contempla que el catalizador incluya también óxidos de tierras de lantánidos y/o céricos. Esto puede ser especialmente beneficioso según el tipo de biomasa introducida en el sistema.
- Preferiblemente el catalizador será mezclado con la biomasa en forma de polvo seco, lo que incrementa su superficie de contacto y acelera la reacción.

5 También de forma preferida la biomasa utilizada estará seleccionada entre hollejos, es decir residuos de prensado de materia vegetal, hollejos de uva, hollejos de manzana, hollejos de tomate, alperujo, que son residuos de la prensa de la aceituna, pudiendo aplicarse igualmente a un gran número de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o que contienen grupos funcionales fenólicos tales como residuos de poda de olivo, vid, manzano, o planta de tomate.

10 Opcionalmente la fracción sólida torrefactada extraída del segundo reactor es introducida en un tercer reactor de refrigeración, de características similares a los primer y segundo reactores, pero carente de aislamiento térmico ni calefactores y conectado a un refrigerador, por ejemplo a través de conducciones de fluido refrigerado. Se contempla que dicho dispositivo de refrigeración sea un recuperador térmico que recupere el calor de la biomasa y lo utilice para otros usos dentro de la misma planta.

15 Se entenderá también que cualquier rango de valores ofrecido puede no resultar óptimo en sus valores extremos y puede requerir de adaptaciones de la invención para que dichos valores extremos sean aplicables, estando dichas adaptaciones al alcance de un experto en la materia.

Otras características de la invención aparecerán en la siguiente descripción detallada de un ejemplo de realización.

20 Breve descripción de las figuras

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de un ejemplo de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

25 la Fig. 1 es una vista esquemática de una planta de valorización dotada de un primer reactor donde se realiza la etapa de secado, un segundo reactor donde se realiza la etapa de torrefacción, y un tercer reactor donde se realiza una etapa de enfriamiento, estando los tres reactores conectados en serie, y que dispone además de dos filtros ciclónicos y un condensador para el separado de las fracciones sólida, líquida y gaseosa obtenidas de la torrefacción de la biomasa en el segundo reactor.

30 Descripción detallada de unos ejemplos de realización

La figura adjunta servirá como base para varios ejemplos de realización con carácter no limitativo de la presente invención.

35 El método para tratamiento de biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos que contienen grupos funcionales fenólicos propuesto se aplica, según una realización preferida, mediante una planta industrial para tratamiento termoquímico de biomasa en condiciones cercanas a anoxia o de anoxia mostrada esquemáticamente en la Fig. 1, y descrita a continuación con carácter ilustrativo y no limitativo.

40 El método propuesto tiene como objeto transformar la biomasa en otro u otros productos, obteniendo unas fracciones sólidas, líquidas y/o gaseosas de interés comercial y valor económico superior al de la biomasa empleada para su obtención.

45 En este ejemplo la biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos que contienen grupos funcionales fenólicos empleada será un residuo de prensa, preferiblemente residuo de aceituna o de uva, aunque se contemplan residuos de prensa de otros vegetales, o incluso residuos de poda de esos mismos vegetales.

50 La planta industrial de valorización propuesta incluye un primer reactor que implementa una etapa de secado de la biomasa, un segundo reactor que implementa una etapa de torrefacción de la biomasa, y un tercer reactor que implementa una etapa de enfriamiento de la fracción sólida restante tras completarse las dos primeras etapas.

Cada uno de los reactores primero, segundo y tercero comprende, en este ejemplo de realización, los siguientes componentes:

55 • una cámara de reacción termoquímica cilíndrica delimitada por una pared cilíndrica y por un primer extremo cerrado y un segundo extremo cerrado;

60 • una válvula de entrada prevista en una posición adyacente al primer extremo de la cámara de reacción termoquímica, prevista para alimentar dicha cámara de reacción con biomasa a una velocidad regulada, impidiendo la libre entrada de aire al interior de dicha cámara de reacción;

• una válvula de salida de gases prevista para extraer una fracción gaseosa de la biomasa tratada, y una válvula de salida de sólidos prevista para extraer una fracción sólida de la biomasa tratada, ambas situadas en una posición

adyacente al segundo extremo de la cámara de reacción, y ambas impidiendo la libre entrada de aire al interior de dicha cámara de reacción;

- un transportador helicoidal fijado a un árbol motriz y accionado mediante un accionador;

5

además el primer y el segundo reactores incluirán adicionalmente

- un aislante térmico dispuesto alrededor de dicha cámara de reacción termoquímica, rodeándola;
- una pluralidad de calefactores dispuestos tanto alrededor de la cámara de reacción termoquímica, como dispuestos dentro del eje del transportador helicoidal, proporcionados para calentar, de forma regulable, dicha cámara de reacción termoquímica.

10

En este caso los calefactores consistirán en calefactores eléctricos, ya sean resistencias o emisores de infrarrojos.

15

Completarán la planta un sistema de condensación de la fracción gaseosa por enfriamiento, opcionalmente incluyendo un filtrado ciclónico de partículas sólidas de la fracción gaseosa, y un sistema de separación de fracciones líquidas por densidad.

20

En el ejemplo mostrado en la Fig. 1 adjunta se han dispuesto dos centrifugadores ciclónicos en serie, y se contempla que dichos centrifugadores ciclónicos estén térmicamente aislados o incluso calefactados para impedir la condensación de la fracción gaseosa torrefactada en su interior. Las partículas sólidas obtenidas de este proceso pueden ser desechadas o mezcladas con la fracción sólida torrefactada.

25

El método propuesto consiste, según la presente realización, en mezclar la biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos que contienen grupos funcionales fenólicos con un contenido de agua preferiblemente igual o inferior al 20%, triturada hasta obtener una composición granular, con fragmentos de un tamaño medio de entre 1 y 10 mm, preferiblemente entre 2 a 6 mm, con un catalizador que comprende al menos una mezcla de carbonatos cálcico y magnésico en forma de polvo, en una proporción 10 a 1 en peso respecto a la biomasa con la que se mezcla.

30

La biomasa resultante de dicha mezcla es introducida en el primer reactor a través de su válvula de entrada a temperatura ambiente para realizar una etapa de secado.

35

Dentro de dicho primer reactor el transportador helicoidal estará regulado para desplazar la biomasa por toda la longitud del primer reactor en un tiempo de entre 2 y 3 minutos. Por lo tanto la velocidad de introducción de la biomasa a través de la válvula de entrada, y la velocidad de accionamiento del transportador helicoidal estarán coordinadas, por ejemplo mediante un dispositivo controlador, como un controlador lógico programable.

40

Los calefactores del primer reactor elevarán la temperatura de la biomasa hasta una temperatura próxima a los 190°C, sin alcanzar en ningún caso los 200°C, durante el tiempo que se mantiene en el interior del primer reactor, provocando la evaporación del agua contenida en la biomasa, que formará vapor.

45

El vapor será expulsado por la válvula de salida de gases del primer reactor y liberado a la atmósfera.

La biomasa seca resultante de la etapa de secado es entonces extraída del primer reactor a través de la válvula de salida de sólidos, empujada por el transportador helicoidal, e inmediatamente introducida dentro del segundo reactor a través de la válvula de entrada del mismo, impidiendo la entrada de aire exterior dentro del segundo reactor.

50

Dentro del segundo reactor se inyecta también un gas inerte, en este caso CO₂, para desalojar los restos de O₂ que pudieran existir dentro del segundo reactor, asegurando así las condiciones de anoxia.

55

Dentro del segundo reactor los calefactores elevarán la temperatura de la biomasa por encima de los 200°C, pudiendo alcanzar hasta los 300°C, en función del tipo de biomasa introducida, produciendo la torrefacción de la biomasa seca y estimulando la reacción química con el catalizador incluido, produciendo la liberación de gases y vapores. En ningún caso se superarán los citados 300°C, pues en tal caso se iniciaría una reacción de pirólisis que destruiría algunos de los compuestos que se desean obtener.

60

El transportador helicoidal del segundo reactor estará configurado para producir el transporte de la biomasa seca a lo largo de toda la longitud del segundo reactor en unos 3 minutos, tiempo durante el que se producirá dicha etapa de torrefacción.

65

La fracción gaseosa torrefactada resultante de dicha torrefacción, que incluye dichos vapores y gases liberados, será extraída del segundo reactor 2 a través de su válvula de salida de gases 41 y, tras ser filtrada de partículas sólidas en un filtro ciclónico 80, será enfriada en una torre de condensación 81, obteniendo al menos una fase

líquida orgánica, que comprende biocombustible C14- C18 y fenoles, y una fase líquida acuosa que comprende azúcares y ácidos comprendiendo ácido acético, siendo dichas fases líquidas separables por densidad.

5 El residuo sólido torrefactado contenido en el segundo reactor 2 tiene propiedades como enmienda de suelos y/o fertilizante (en algunos casos requiriendo adición de alguna sustancia complementaria), por ejemplo una enmienda de suelos para corregir su acidez, y puede ser extraído del segundo reactor 2 a través de la válvula de salida de sólidos 42 para, tras pasar por un tercer reactor 3 donde se aplica una etapa de enfriamiento, ser extraído de la planta para su uso.

10 La torre de condensación 81 puede ser refrigerada mediante un fluido refrigerado en un refrigerador 90 integrado en la planta. Dicho refrigerador también puede ser el encargado de enfriar al citado tercer reactor 3 consiguiendo un rápido enfriamiento de la fracción sólida torrefactada contenida en su interior.

15 Se entenderá que las diferentes partes que constituyen la invención descritas en una realización pueden ser libremente combinadas con las partes descritas en otras realizaciones distintas aunque no se haya descrito dicha combinación de forma explícita, siempre que no exista un perjuicio en la combinación y esté dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para tratamiento de biomasa de residuos agrícolas lignocelulósicos y/o de residuos que contienen grupos funcionales fenólicos, para la obtención de un producto para enmienda de suelos o un fertilizante, un biocombustible, productos fenólicos y otros subproductos, en el que la biomasa es tratada al menos en un primer reactor (1) y en un segundo reactor (2) alargados de reacción termoquímica conectados en línea, estando cada primer y segundo reactores (1 y 2) dotado de:
- una cámara de reacción termoquímica (20) cilíndrica, cerrada;
 - una válvula de entrada (40) en una posición adyacente al primer extremo de la cámara de reacción termoquímica (20), que impide la libre entrada de aire;
 - una válvula de salida de gases (41) que permite la extracción de una fracción gaseosa de la biomasa tratada y una válvula de salida de sólidos (42) que permite la extracción de una fracción sólida de la biomasa tratada, estando dicha válvula de salida de gases (41) y dicha válvula de salida de sólidos (42) proporcionadas en posiciones adyacentes al segundo extremo (22) de la cámara de reacción termoquímica (20), impidiendo la libre entrada de aire;
 - un transportador helicoidal (50) unido a un árbol motriz (51) accionado por un dispositivo accionador (52);
 - una pluralidad de calefactores (60) proporcionados para calentar, de forma regulable, dicha cámara de reacción termoquímica (20);
- caracterizado por que el método comprende las siguientes etapas:
- a) introducir en el primer reactor, a través de dicha válvula de entrada (40), la biomasa triturada hasta un tamaño de partícula dado, incluyendo dicha biomasa un catalizador comprendiendo al menos una mezcla de carbonatos cálcico y magnésico;
 - b) realizar una etapa de secado en el interior del primer reactor durante un tiempo comprendido entre los 2 y los 3 minutos, aplicando un primer gradiente de temperatura desde una temperatura de introducción hasta una temperatura comprendida entre los 120°C y los 190°C, provocando la evaporación del agua contenida en la mezcla de biomasa y obteniendo una biomasa seca;
 - c) extraer, a través de la citada válvula de salida de gases (41) del primer reactor, una fracción gaseosa que contiene vapor de agua del primer reactor;
 - d) introducir en el segundo reactor, a través de su válvula de entrada (40), la biomasa seca previamente extraída del primer reactor a través de la válvula de salida de sólidos (42);
 - e) introducir un gas inerte dentro del segundo reactor determinando unas condiciones de atmósfera anóxica dentro del segundo reactor;
 - f) realizar una etapa de torrefacción en el interior del segundo reactor durante un tiempo comprendido entre los 3 y los 3,5 minutos, aplicando un segundo gradiente de temperatura desde una temperatura de introducción hasta una temperatura comprendida entre los 200°C y los 300°C, provocando una torrefacción de la biomasa seca y su reacción con el catalizador, produciendo una fracción sólida torrefactada recuperable como fertilizante o para enmienda de suelos y una fracción gaseosa torrefactada;
 - g) evacuar la fracción gaseosa torrefactada a través de la válvula de salida de gases (41) del segundo reactor (2) y proceder a la licuefacción por condensación de una parte de la fracción gaseosa torrefactada evacuada del segundo reactor (2) obteniendo al menos una fase líquida orgánica, que comprende biocombustible C14- C18 y fenoles, y una fase líquida acuosa que comprende azúcares y ácidos incluyendo al menos ácido acético, siendo dichas fases líquidas separadas por densidad; y
 - h) evacuar la fracción sólida torrefactada a través de la válvula de salida de sólidos (42) del segundo reactor (2), aprovechable como enmienda de suelos o fertilizante.
2. Método según la reivindicación 1 en el que el catalizador es dosificado para la obtención de una mezcla de biomasa con un pH comprendido entre 8,5 y 9,5.
3. Método según la reivindicación 1 o 2 en el que el catalizador está dosificado representando entre un 2% y un 12% del peso de la biomasa húmeda.

4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento se realiza en continuo desde el primer reactor al segundo reactor, conectados entre sí.
- 5 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura máxima del primer gradiente de temperaturas del primer reactor está comprendida entre los 160°C y 190°C.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura de introducción del residuo en el primer reactor es la temperatura ambiente.
- 10 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la humedad inicial máxima de la biomasa introducida en el primer reactor es del 20%.
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el gas inerte introducido en el segundo reactor es CO₂ y/o N₂.
- 15 9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la biomasa introducida en el primer reactor es un residuo de poda y en el que el catalizador incluye también óxidos de tierras de lantánidos y/o céricos.
- 20 10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el catalizador se mezcla con la biomasa en forma de polvo seco.
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la biomasa utilizada está seleccionada entre hollejos, hollejos de uva, hollejos de manzana, hollejos de tomate, alperujo, residuos de poda de olivo, vid, manzano, o planta de tomate.
- 25 12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fracción sólida extraída del segundo reactor es introducida en un tercer reactor de refrigeración.

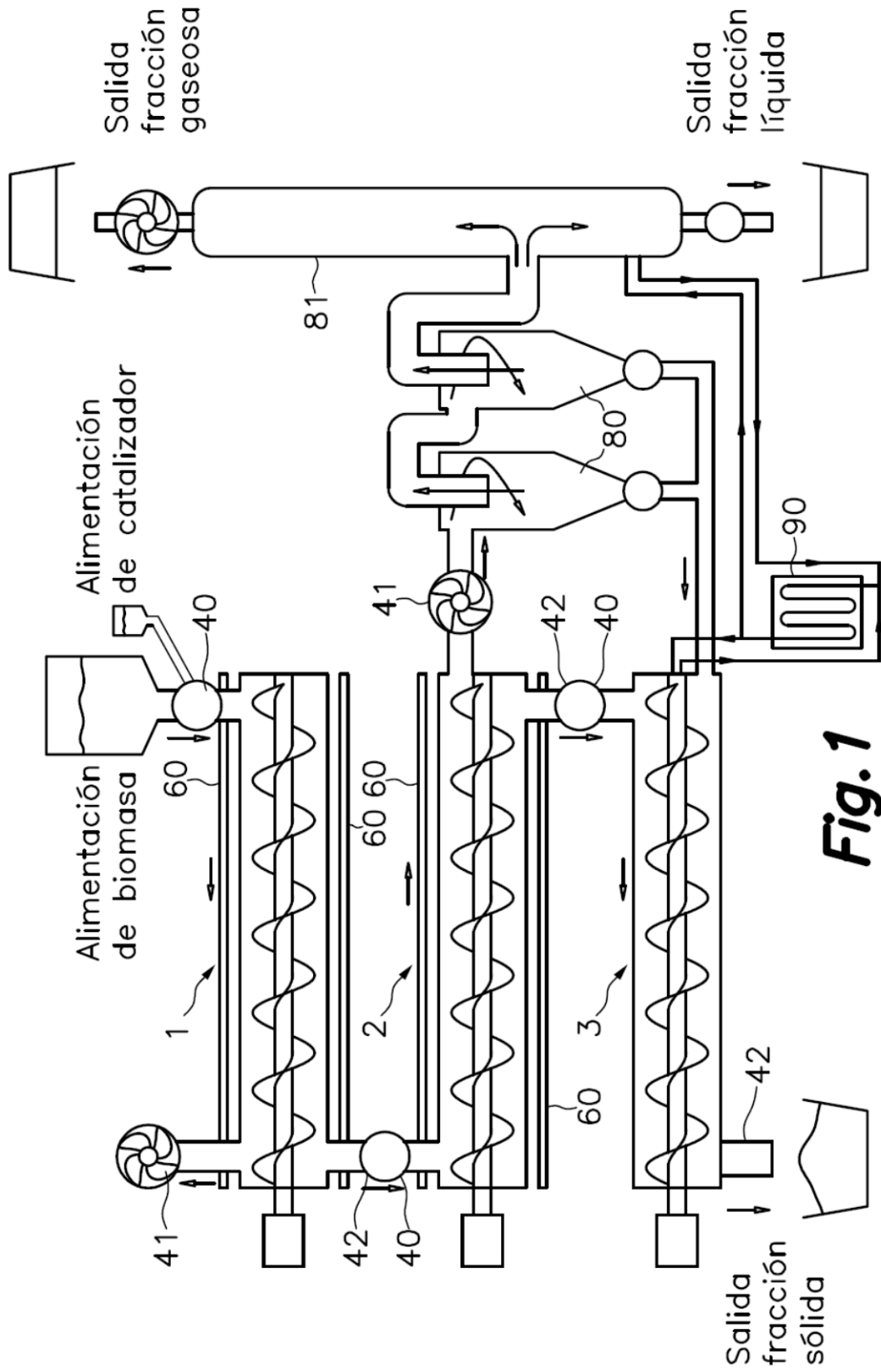


Fig. 1