



## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la extracción de productos bioquímicos obtenidos a partir de un proceso de carbonización hidrotermal de biomasa

**Campo Técnico**

5 La presente invención se refiere al campo de la industria química, y más concretamente, se encuadra dentro del proceso de carbonización hidrotermal de biomasa.

**Estado de la técnica anterior a la invención**

10 El proceso de carbonización hidrotermal se conoce ya desde su descripción por parte de Friedrich Bergius en 1913, y ha sido descrito en la literatura, como por ejemplo en *Chem. Mater.*, 2007, 19 (17), 4205-4212 o en *New J. Chem.*, 2007, 31, 787-789. Sin embargo, solo en los últimos años se están desarrollando plantas industriales basadas en dicho proceso. Ingelia es una de las primeras empresas que ha desarrollado un proceso industrial de carbonización hidrotermal en continuo, según se describe en las patentes españolas ES 200803271 y ES200803272. El objetivo del proceso es revalorizar biomasa procedente de la agroindustria, como por ejemplo la piel de la naranja, los huesos de aceitunas y otros restos de frutas y verduras, así como otros tipos de biomasa como por ejemplo podas y restos de jardinería. Este tipo de biomasa muchas veces tiene un alto contenido en agua (por ejemplo 80% e incluso más) lo que impide cualquier otra utilización de manera económica.

15 A partir del desarrollo industrial del proceso de carbonización hidrotermal de biomasa, se ha detectado que adicionalmente al producto deseado, el biocombustible sólido, al emplear ciertos tipos de biomasa se obtiene asimismo un subproducto líquido graso, al que denominamos aceite. Así por ejemplo, se ha generado aceite procedente de la piel de la naranja, así como de la poda del pino. La composición de dicho aceite varía según la biomasa empleada y es aún desconocida como consecuencia de que, como se ha indicado anteriormente, el desarrollo industrial proceso de carbonización hidrotermal de biomasa es todavía una tecnología relativamente reciente. Los primeros análisis cromatográficos llevados a cabo indican que están compuestos por una mezcla de más de 100 sustancias químicas diferentes y se estima el valor del aceite en 0,50 euros por litro si se usa como fuel.

20 En la literatura científica o de patentes, no se ha encontrado ningún antecedente relativo al proceso de aprovechamiento de los aceites generados en el proceso de carbonización hidrotermal de biomasa en la literatura. No obstante, es conocido el valor añadido de ciertos aceites derivados de biomasa obtenidos a partir de otros procesos, como por ejemplo el aceite que se obtiene a partir de la piel de la naranja o el aceite obtenido a partir de biomasa de pino (conocido como aceite de pino o *tall oil*) por ejemplo, al procesar madera de pino en molinos de pulpa.

25 De este modo, la presente invención tiene como objeto revalorizar los aceites generados en el proceso de carbonización hidrotermal o aislar de ellos compuestos de un valor especial. En adelante, el documento se referirá como "productos bioquímicos" a todos los aceites, componentes puros o compuestos extraídos del proceso de carbonización hidrotermal o después de una transformación catalítica.

**Descripción de la invención**

30 La presente invención se basa en el proceso de carbonización hidrotermal (proceso HTC) de biomasa, el cual está diseñado para polimerizar la biomasa al máximo obteniendo un rendimiento máximo de carbón hidrotermal que se puede entender también como biocombustible sólido. Se entiende que para que esto ocurra, en un primer paso la biomasa, compuesta por diferentes componentes como lignina, celulosa y/o hemicelulosa, es despolimerizada. Este paso se llama también fase de monomerización. En esta fase se forman por ejemplo mono-azúcares como hexosas o pentosas. Las moléculas formadas durante la fase de monomerización son deshidratadas para formar compuestos carbonílicos del grupo de los aldehídos, como por ejemplo compuestos furánicos, y más concretamente, por ejemplo, 5-hidroxitimetilfurfural o furfural.

35 En una segunda fase los compuestos aldehídicos polimerizan. Esta fase se conoce como fase de polimerización y en ella reaccionan no sólo los compuestos aldehídicos, sino también compuestos aromáticos (procedentes de la lignina), compuestos insaturados y compuestos ácidos (por ejemplo, productos de degradación de los azúcares). En el trabajo descrito en *J. Phys. Chem. C* 2009, 113, 9644-9654, se analizó por resonancia magnética nuclear la composición de un carbón hidrotermal simple obtenido a partir de glucosa. Como resultado, se observó que el 60% de dicho carbón corresponde a una red interconectada de unidades furánicas. Además de los compuestos descritos, también es posible encontrar ácido levulínico copolimerizado, así como anillos aromáticos. Estos anillos aromáticos, sin embargo, son menos abundantes, debido principalmente a que no se ha empleado biomasa real, sino solamente celulosa.

40 En resumen, es objeto de este proceso obtener un copolímero destinado a la producción de energía por combustión, para lo cual se emplean condiciones drásticas (como por ejemplo, una presión de hasta 18 bar) para favorecer cualquier tipo de polimerización. Como consecuencia de ello, es sorprendente obtener compuestos con doble enlace y/o grupo carbonílico como productos bioquímicos. En condiciones de polimerización compuestos

insaturados (con doble enlace), igual que grupos carbonílicos en presencia de compuestos furánicos, forman polímeros con alto peso molecular que son sólidos y no pueden ser extraídos con vapor y/o gases de una cierta cantidad de agua.

5 Como antecedente más próximo a la invención se pueden citar las patentes españolas ES2339320 y ES2339321. En la patente ES2339320 se describe un método de carbonización hidrotermal de biomasa, caracterizado porque comprende alimentar la biomasa a un reactor vertical de flujo invertido a través de un tubo de ascenso en el que se inicia un proceso de monomerización. Al mismo tiempo, comienza la formación de aceites, así como el desprendimiento de gases, como por ejemplo metano o CO<sub>2</sub>, procedentes de la descomposición natural de la biomasa. Estos gases ascienden por el interior del tubo de ascenso hasta acumularse en la parte superior del reactor, desde donde son evacuados, conjuntamente con el vapor saturado, hacia el depósito de control de presión.

10 Aunque la densidad de la biomasa puede variar y ser menor o mayor que la del agua, una vez iniciada la etapa de monomerización, los componentes derivados de la misma tienden a ascender y a flotar sobre la superficie. Este efecto permite a dichos compuestos mantenerse cerca de la línea de flotación, una vez han alcanzado la desembocadura del tubo de ascenso, de modo que el reactor mantiene un nivel definido de la fase sólido-líquida y la parte superior del reactor comprende vapor y gases de proceso.

15 De esta forma, y en condiciones normales, a la salida del tubo de ascenso el proceso de HTC ya ha comenzado, y los componentes resultantes de la primera fase de monomerización entran en una segunda etapa, de polimerización. En esta nueva fase, los aceites y otros componentes que se hayan formado durante la monomerización, polimerizan y forman una especie de resina o estado previo de carbón. Según el tipo de biomasa y las condiciones del proceso, esta fase tiene una duración de entre 1 y 6 horas, y preferentemente entre 2 y 4 horas.

20 Por otra parte, al tratarse de un proceso de naturaleza exotérmica, es importante controlar las condiciones de presión y temperatura dentro de los límites de proceso establecidos. En concreto, el intervalo de temperaturas preferente ha de estar comprendido entre 170°C y 230°C, preferentemente entre 179,9 y 219,6°C y más preferentemente entre 191,6 y 209,8°C; mientras que, en el caso de la presión, el intervalo de preferencia es de 8 a 28 bar de presión absoluta, preferentemente de 10 a 23 bar, y más preferentemente entre 13 y 19 bar. Estos valores serán función tanto del tipo de biomasa, como del producto que se quiera obtener.

25 El motivo por el que es necesario conseguir un buen control de las condiciones de proceso es evitar alcanzar temperaturas excesivas de operación a las que pueden surgir procesos químicos adicionales al de HTC que pueden dar lugar, por ejemplo, a un exceso de CO<sub>2</sub>. Este CO<sub>2</sub>, en caso de no ser evacuado adecuadamente, podría a su vez provocar una subida indeseada de la presión del interior del reactor.

30 Según avanza el proceso de HTC, la densidad de los compuestos sólidos formados va aumentando mientras que, al mismo tiempo, la actividad térmica va disminuyendo. Como consecuencia de estos efectos se produce un descenso de los compuestos, dentro del agua de proceso, hacia la zona de maduración.

35 Al inicio de esta tercera fase, las principales formaciones de carbono ya se han desarrollado, aunque todavía se pueden desprender moléculas de H<sub>2</sub>O de las estructuras de carbono formadas. Al cabo de unas 2 a 12 horas, dependiendo del tipo de biomasa y de las condiciones de proceso, la actividad térmica habrá descendido prácticamente a cero.

40 En base al proceso anterior, descrito en la patente española ES2339320, mediante la presente invención se consigue incrementar la extracción de los llamados bioquímicos a partir de un trasiego de gases y vapor en la zona superior del reactor que debe coincidir con la etapa de monomerización del proceso de carbonización hidrotermal de biomasa. En este punto del proceso y en función de la biomasa aportada, se liberan y forman diferentes productos químicos, tanto componentes puros como compuestos, entre los que se encuentran aceites, ácidos, aldehídos, etc. Este conjunto de productos químicos, a efectos de esta patente, se denominan productos bioquímicos, los cuales pueden ser arrastrados y extraídos en forma de vapor y/o gases.

45 De este modo, es objeto de esta invención un procedimiento para la extracción de productos bioquímicos obtenidos a partir de un proceso de carbonización hidrotermal de biomasa que comprende alimentar una mezcla acuosa de biomasa a un reactor vertical, preferentemente un reactor vertical de flujo invertido, a través de un tubo de ascenso en el que tiene lugar un proceso de monomerización de la mezcla acuosa de biomasa. Esta etapa de monomerización, según se describe en la patente ES2339320, puede tener lugar en el tubo de ascenso, situado en la parte central del reactor vertical de flujo invertido, así como en su desembocadura, justo debajo de la línea de flotación, donde se forman las evaporaciones que se evacúan por la parte superior del reactor vertical de flujo invertido.

50 En concreto, el procedimiento de extracción de productos bioquímicos objeto de la presente invención se caracteriza por que comprende alimentar una mezcla acuosa de biomasa desde un tubo de precalentamiento de la mezcla acuosa de biomasa a un reactor vertical con un nivel de flotación definido y una zona de acumulación de vapores y gases en su parte superior, donde dicho procedimiento de extracción de productos bioquímicos se caracteriza por que comprende:

- (a) calentar hasta o por encima de la temperatura de evaporación la mezcla acuosa de biomasa en el mismo reactor vertical y/o en una etapa anterior de precalentamiento de la mezcla acuosa de biomasa, incrementando la generación de vapores y/o gases en el nivel de flotación definido del reactor vertical;
- 5 (b) extraer los vapores y/o gases generados en la etapa anterior y acumulados en la parte superior del reactor vertical;
- (c) enfriar los gases y/o condensar los vapores extraídos en la etapa anterior a diferentes niveles de temperatura y presión.

10 En una realización preferida de la invención el reactor puede consistir en un reactor vertical de flujo invertido con un tubo de ascenso en su interior en el que se inicia la monomerización de la mezcla acuosa de biomasa, según se describe en la patente ES2339320.

15 En una realización particular de la invención, la etapa anterior de precalentamiento de la mezcla acuosa de biomasa puede llevarse a cabo en al menos un tubo de precalentamiento rodeado de una camisa exterior. En dicho caso, el calentamiento de la mezcla acuosa de biomasa puede llevarse a cabo mediante la circulación de un fluido calorportante por una camisa situada en la parte externa de dicho tubo de precalentamiento, mediante la inyección directa a dicho tubo de precalentamiento de al menos un vapor saturado o sobrecalentado y/o mediante la inyección directa a dicho tubo de precalentamiento de gases calientes.

20 De manera adicional o alternativa, el calentamiento de la mezcla acuosa de biomasa puede llevarse a cabo en el mismo reactor vertical. En una realización particular en la que el reactor vertical corresponda el reactor vertical de flujo invertido de acuerdo a la solicitud ES2339320, dicho calentamiento puede llevarse a cabo por inyección directa de al menos un vapor saturado o sobrecalentado y/o gases calientes en el tubo de ascenso del reactor de flujo invertido y/o en el propio reactor de flujo invertido, por debajo de la línea de flotación de la mezcla acuosa de biomasa. En función del lugar donde se introduzca el vapor saturado o sobrecalentado, el caudal del mismo y el grado de sobrecalentamiento del vapor, será posible regular la cantidad de trasiego y extracción de productos bioquímicos en el reactor vertical de flujo invertido.

25 De este modo, mediante el calentamiento descrito de la mezcla acuosa de biomasa, se consigue incrementar la extracción de los llamados productos bioquímicos mediante un trasiego de gases y/o vapores en la zona superior del reactor durante la fase de monomerización del proceso de carbonización hidrotermal de biomasa. En ese punto del proceso, y en función de la biomasa aportada, se liberan y forman diferentes productos químicos, como pueden ser aceites, ácidos, derivados aldehídicos, etc.

30 Una vez extraídos los vapores del reactor vertical, se puede proceder a la condensación de los mismos en al menos un equipo de condensación, por ejemplo un intercambiador de calor tipo tubular con un fluido refrigerante dentro de las tubuladuras, y/o en la camisa del tubo de precalentamiento situado anteriormente al reactor vertical. La condensación de los vapores puede llevarse a cabo a diferentes niveles de temperatura y presión, en función del tipo de producto bioquímico que se desee obtener.

35 Para mejorar los resultados de la extracción, es posible adaptar la zona de condensación, preferentemente mediante válvulas de regulación de caudal en función de temperatura y/o presión, equipos para separación de gases y equipos de evacuación y conducción de condensados.

40 Después de la obtención del condensado de vapores y productos bioquímicos (que comprenden aceites, etc.), dicho condensado puede ser conducido a equipos de separación, como por ejemplo equipos de decantación, centrifugación, filtración, etc., donde se separan los aceites y productos bioquímicos y se extraen los gases arrastrados. Una vez separados los productos bioquímicos, los condensados restantes, que comprenden una mezcla de diferentes ácidos y agua, pueden ser valorizados químicamente y/o conducidos a al menos un depósito de condensados y, desde allí, pueden ser realimentados al procedimiento.

45 Es asimismo objeto de la invención el producto o productos bioquímicos obtenidos a partir de dicho procedimiento, así como el uso de los mismos, por ejemplo, en métodos de valorización mediante transformación catalítica.

Adicionalmente, es objeto de la invención un sistema para llevar a cabo un procedimiento según ha sido anteriormente descrito.

50 En una realización particular de la invención, este sistema puede estar basado en el sistema descrito en la patente española ES2339321. Adicionalmente a los equipos descritos en esta patente, el sistema objeto de la presente invención puede comprender adicionalmente al menos un sistema de condensación para la condensación de los vapores extraídos del reactor vertical de flujo invertido. En una realización particular de la invención, los vapores y/o gases extraídos del reactor vertical de flujo invertido pueden ser conducidos directamente desde dicho reactor hacia uno o varios de los equipos de condensación para acelerar la condensación de los vapores. En este caso, el depósito de regulación de presión según se describe en la patente ES2339321 quedaría en paralelo con los equipos de condensación, y en ocasiones podría quedarse sin el trasiego de vapores. Como consecuencia de ello,

en una realización preferida de la invención, el depósito de regulación de temperatura y presión puede comprender adicionalmente un sistema de aporte de calor externo para mantenerlo caliente, como por ejemplo un sistema de inyección de vapor o un intercambiador de calor, pudiendo actuar asimismo como generador de vapor para su inyección al reactor.

5            **Breve descripción de las figuras**

La figura 1 muestra un diagrama del proceso objeto de la invención. A continuación, se presenta un listado de las referencias correspondientes a dicha figura:

- |    |   |
|----|---|
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Tolva de almacenamiento</li> <li>2. Mezcla de biomasa, agua de proceso y catalizador</li> <li>3. Bomba de compresión</li> <li>4. Válvula de compuerta</li> <li>5. Tubo de precalentamiento</li> <li>6. Fluido caliente</li> <li>7. Reactor vertical de flujo invertido</li> </ul> |
| 15 | <ul style="list-style-type: none"> <li>8. Tubo de ascenso</li> <li>9. Zona de monomerización</li> <li>10. Zona de gases y vapor de agua</li> <li>11. Zona de polimerización</li> <li>12. Zona de maduración</li> </ul>  |
| 20 | <ul style="list-style-type: none"> <li>13. Depósito de regulación de presión</li> <li>14. Válvula de regulación</li> <li>15. Válvula de regulación</li> <li>16. Equipo de enfriamiento</li> <li>17. Válvula de descompresión</li> </ul>   |
| 25 | <ul style="list-style-type: none"> <li>18. Depósito Flash</li> <li>19. Válvula de descompresión</li> <li>20. Intercambiador de calor</li> <li>21. Depósito de condensados</li> <li>22. Producto final</li> </ul>  |
| 30 | <ul style="list-style-type: none"> <li>23. Caldera de vapor</li> <li>24. Válvula de regulación</li> <li>25. Sistema de inyección de vapor al reactor</li> <li>26. Equipo separador (de bioquímicos)</li> </ul>  |

*Corrientes:*

- |    |  |
|----|--|
| 35 | <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Fluido refrigerante I</li> <li>B. Fluido refrigerante II</li> <li>C. Flujo de calor I</li> <li>D. Flujo de calor II</li> </ul> |
|----|--|

**Realización preferente de la invención**

5 A continuación se presenta, a modo de ejemplo y con carácter no limitante, una realización particular del objeto de la presente invención, según se muestra en la figura 1. Esta figura está basada en el proceso de carbonización hidrotermal de biomasa, según se describe en la patente ES2339320. Como se observa en la figura, el proceso comienza en la tolva de almacenamiento (1), desde donde una mezcla de biomasa parte hacia la bomba de compresión (3), en la cual es comprimida hasta una presión de al menos 13 bar, que es la presión del reactor más la presión necesaria para vencer la contrapresión creada en el recorrido del tubo de precalentamiento (5) y del tubo de ascenso (8). A continuación, es transportada a lo largo del tubo de precalentamiento (5), hasta alcanzar una temperatura de unos 180°C. Tras esta etapa de calentamiento, la mezcla es alimentada al reactor vertical de flujo invertido (7), de 6 m de longitud y 1 m de diámetro, a través del tubo de ascenso (8), el cual posee un diámetro de 20 cm y se encuentra ocupando un 60 % de la altura del reactor.

10 A continuación, en el caso de arranque en frío del reactor, se inyectará vapor a una temperatura de unos 195°C por la parte baja del mismo, tanto por el tubo de ascenso (8) como por la zona de maduración (12), hasta alcanzar la temperatura y presión de proceso, dando comienzo entonces la fase de monomerización. Al mismo tiempo, debido a la propia descomposición natural de la biomasa, se inicia un desprendimiento de gases, como por ejemplo metano o CO<sub>2</sub>, los cuales ascienden por el interior del tubo de ascenso (8) hasta acumularse en la parte alta del reactor (10). Desde allí son evacuados, conjuntamente con el vapor saturado, hacia el depósito de regulación de presión (13).

15 Por otra parte, una vez alcanzan la salida del tubo de ascenso (11), los productos resultantes de la primera fase de monomerización comienzan la segunda etapa, de polimerización, durante la cual son transformados en una especie de resina o estado previo de carbón. Además, durante esta fase, al tratarse de una etapa de naturaleza exotérmica, será necesario aportar una cierta cantidad de agua de proceso para lograr mantener la temperatura de operación estable en torno a unos 191°C, así como para asegurar un volumen constante en el reactor. Este aporte de condensados se realizará a través de las válvulas (14) y (15) y procederán del depósito de regulación de presión (13).

20 Transcurridas unas 3 horas, la densidad de los compuestos sólidos es lo suficientemente elevada como para comenzar su descenso hacia la zona de maduración (12), en la cual permanecen unas 8 horas más hasta que su actividad térmica desciende prácticamente a cero.

25 Una vez finalizado el proceso de carbonización, la mezcla de biomasa carbonizada y agua de proceso entra en el equipo de enfriamiento (16), donde su temperatura es reducida hasta unos 90°C. Finalmente, una vez enfriada, la mezcla es extraída a través de las válvulas de descompresión (17) y (19), pasando por el depósito flash intermedio (18), obteniéndose un producto constituido por una fase líquida y por partículas sólidas de biomasa carbonizada.

30 Para maximizar la recuperación de los productos bioquímicos obtenidos durante la fase de monomerización del proceso, los vapores y gases generados y acumulados en la parte alta del reactor (10) se dirigen directamente desde el reactor de flujo invertido (7) hacia el intercambiador de calor (20) o hacia el tubo de precalentamiento (5), los cuales actúan como equipos de condensación, para acelerar la condensación de los vapores. En este caso, el depósito de regulación de presión (13) se sitúa en paralelo con respecto a dicho equipo de condensación, y en ocasiones se puede quedar sin el trasiego de vapores. Como consecuencia de ello, este depósito de regulación de presión (13) comprende un sistema de aporte de calor externo (C) para mantener la temperatura. Asimismo, dicho depósito de regulación de presión (13) puede actuar como generador de vapor para su inyección al reactor a través del sistema de inyección de vapor al reactor (25).

35 Después de la obtención del condensado de vapores y productos bioquímicos (que comprenden aceites, etc.), dicho condensado es conducido a equipos de separación (26), como por ejemplo equipos de decantación, extracción, destilación, centrifugación, filtración, etc., donde se separan los aceites y productos bioquímicos y se extraen los gases arrastrados. Una vez separados los productos bioquímicos, los condensados restantes, que comprenden una mezcla de diferentes ácidos y agua, pueden ser valorizados químicamente y/o conducidos a al menos un depósito de condensados (21) y, desde allí, pueden ser realimentados al procedimiento.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la extracción de productos bioquímicos obtenidos a partir de un proceso de carbonización hidrotermal de biomasa que comprende alimentar una mezcla acuosa de biomasa desde un tubo de precalentamiento de la mezcla acuosa de biomasa a un reactor vertical con un nivel de flotación definido y una zona de acumulación de vapores y gases en su parte superior, donde dicho procedimiento de extracción de productos bioquímicos se caracteriza por que comprende:
- (a) calentar hasta o por encima de la temperatura de evaporación de la mezcla acuosa de biomasa en el mismo reactor vertical y/o en una etapa anterior de precalentamiento de la mezcla acuosa de biomasa, incrementando la generación de vapores y/o gases en el nivel de flotación definido del reactor vertical;
- 10 (b) extraer los vapores y/o gases generados en la etapa anterior y acumulados en la parte superior del reactor vertical;
- (c) enfriar los gases y/o condensar los vapores extraídos en la etapa anterior a diferentes niveles de temperatura y presión.
- 15 2. Procedimiento, de acuerdo a la reivindicación 1, donde el reactor vertical es un reactor vertical de flujo invertido con un tubo de ascenso en su interior en el que se inicia la monomerización de la mezcla acuosa de biomasa.
3. Procedimiento, de acuerdo a la reivindicación 1 o 2, donde cuando dicha etapa anterior de precalentamiento tiene lugar en un tubo de precalentamiento, el calentamiento hasta o por encima de la temperatura de evaporación de la mezcla acuosa de biomasa tiene lugar mediante la circulación de un fluido calorportante por una camisa situada en la parte externa de dicho tubo de precalentamiento, mediante la inyección directa a dicho tubo de precalentamiento de al menos un vapor saturado o sobrecalentado, mediante la inyección directa a dicho tubo de precalentamiento de gases calientes, o mediante cualquiera de sus combinaciones.
- 20 4. Procedimiento, de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cuando el calentamiento de la mezcla acuosa de biomasa tiene lugar en el mismo reactor vertical, dicho calentamiento se lleva a cabo mediante la inyección directa de al menos un vapor saturado o sobrecalentado y/o de gases calientes en el propio reactor vertical, por debajo del nivel de flotación definido de la mezcla acuosa de biomasa.
- 25 5. Procedimiento, de acuerdo a la reivindicación 2, donde cuando el calentamiento de la mezcla acuosa de biomasa tiene lugar en el mismo reactor vertical, dicho calentamiento se lleva a cabo mediante la inyección directa de al menos un vapor saturado o sobrecalentado y/o de gases calientes en el tubo de ascenso del reactor vertical de flujo invertido.
- 30 6. Procedimiento, de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una etapa adicional de regulación de la presión y temperatura.
7. Procedimiento, de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la condensación de los vapores tiene lugar en al menos un equipo de condensación y/o en la camisa de un tubo de precalentamiento situado anteriormente al reactor vertical.
- 35 8. Procedimiento, de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una etapa adicional posterior a la condensación de los vapores que comprende separar los productos bioquímicos de los condensados por una técnica de separación seleccionada entre decantación, extracción, destilación, filtración y centrifugación, así como cualquiera de sus combinaciones.
- 40 9. Procedimiento, de acuerdo la reivindicación 8, donde parte o todos los condensados separados son valorizados químicamente y/o conducidos a al menos un depósito de condensados y, desde allí, realimentados al procedimiento.
10. Producto bioquímico obtenible a partir de un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 45 11. Método de valorización de un producto bioquímico según la reivindicación 10 mediante transformación catalítica.
12. Método de valorización de un producto bioquímico según la reivindicación 10 para producir combustibles líquidos tipo diesel mediante un proceso de hidrogenación.
- 50 13. Sistema para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende:

- (a) al menos un reactor vertical con nivel definido y una zona de acumulación de vapores y gases en su parte superior donde tiene lugar el proceso de carbonización hidrotermal de biomasa;
- (b) al menos un tubo de precalentamiento situado anteriormente al reactor vertical;
- 5 (c) un sistema de condensación de vapores que comprende un conjunto de equipos de condensación a donde se conducen directamente los vapores y gases obtenidos en el reactor vertical.
14. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 13, donde el reactor vertical donde tiene lugar el proceso de carbonización hidrotermal es un reactor vertical de flujo invertido.
- 10 15. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 14, caracterizado por que comprende al menos un sistema para el control de la presión y temperatura conectado a la salida del reactor de flujo invertido y en paralelo al sistema de condensación.
16. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 14 o 15, caracterizado por que dicho sistema para el control de la presión y temperatura comprende: (a) un depósito con al menos un dispositivo de regulación de presión; (b) un conducto de unión entre dicho depósito y el reactor; y (c) un dispositivo de inyección de condensados al reactor.
- 15 17. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 16, donde dicho depósito comprende además un sistema de aporte de calor externo que actúa como generador de vapor para su inyección al reactor vertical.

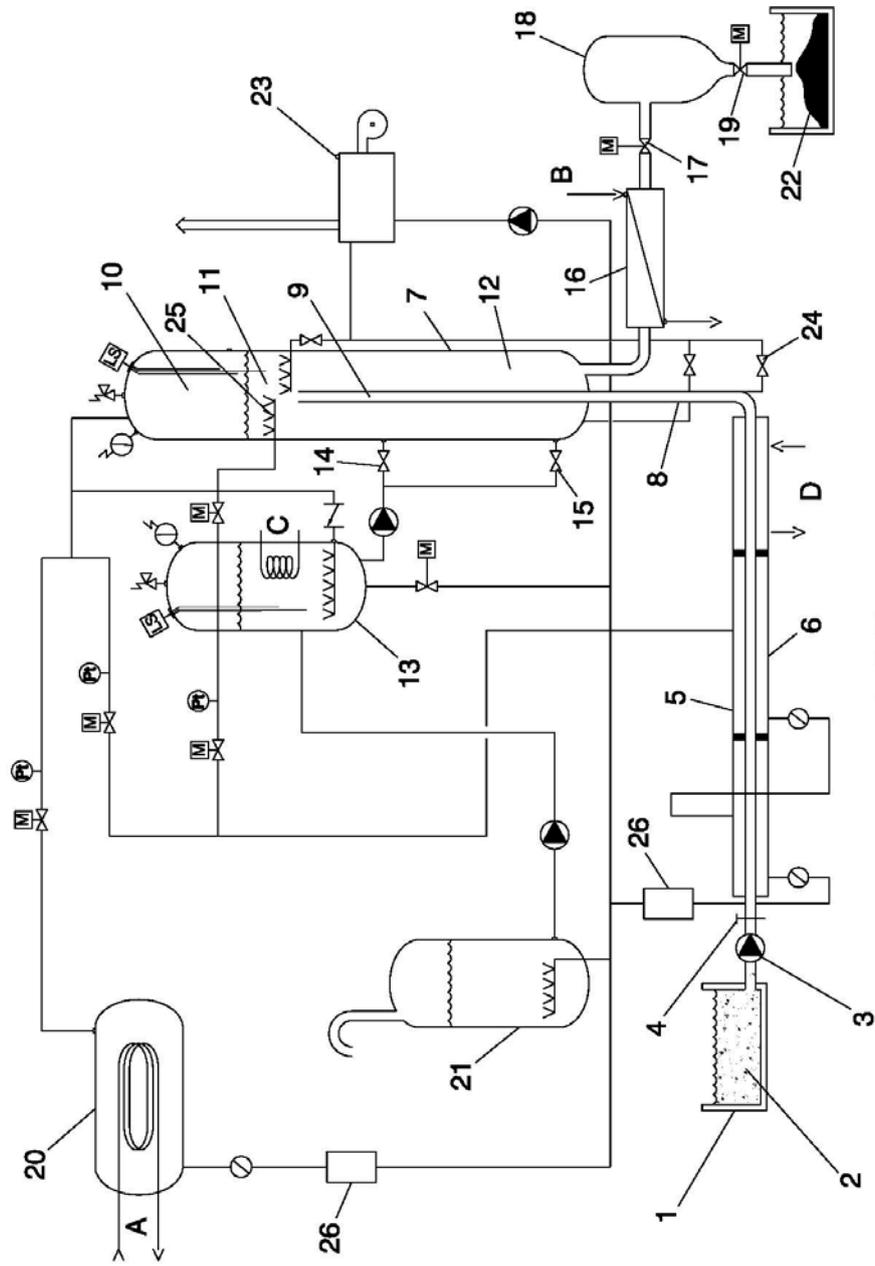


FIG. 1



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201130964

②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.06.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C10L1/16** (2006.01)  
**C10G1/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ES 2339320 A1 (INGELIA S L) 18.05.2010, página 3, línea 20 – página 5, línea 56; figura 1.	13-17
Y		1-9
X	WO 2010012997 A2 (PETROLEO BRASILEIRO SA et al.) 04.02.2010, página 4, línea 21 – página 6, línea 37.	10-12
Y		1-9
A	ES 2339321 A1 (INGELIA S L) 18.05.2010, página 3, línea 25 – página 5, línea 47; figura 2.	1-17
A	WO 2009090072 A1 (SANDERS LUCIA VIVIANE) 23.07.2009, resumen.	1-17
A	DE 102009008563 A1 (SGS SANDERS GEOSCIENCE SE) 19.08.2010, resumen.	1-17
A	WO 2008095589 A1 (HOFER LOTHAR) 14.08.2008, resumen.	1-17

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
23.03.2012

Examinador  
M. García González

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C10L, C10G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXT

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.03.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-9	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 10-17	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-17	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	ES 2339320 A1 (INGELIA S L)	18.05.2010
D02	WO 2010012997 A2 (PETROLEO BRASILEIRO SA et al.)	04.02.2010

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El objeto de la invención es un procedimiento e instalación para la extracción de productos derivados de la carbonización hidrotermal de biomasa. También es objeto de la invención el producto así obtenido y su transformación posterior para obtener productos de mayor valor añadido.

El documento D01 divulga un proceso de carbonización hidrotermal en el que se alimenta una mezcla acuosa de biomasa (2) a un reactor vertical de flujo invertido (7), se calienta hasta la temperatura de proceso en el mismo reactor (7) o mediante una etapa previa de calentamiento (5) y se obtiene biomasa carbonizada (22) y gases y vapores que se acumulan en la parte superior del reactor (10) y son extraídos y condensados (21). (ver referencias en figura 1)

Este documento también divulga la instalación para llevar a cabo el procedimiento anterior, que consta de un reactor vertical de flujo invertido (7) con nivel definido y una zona de acumulación de gases y vapores en la parte superior (10), un tubo de precalentamiento (5), un sistema de condensación de gases y vapores (21), un sistema para el control de la presión y temperatura, un depósito con dispositivo de regulación de presión (13) y un dispositivo de inyección de condensados al reactor (mediante las válvulas 14 y 15). (ver referencias en figura 1)

En consecuencia, las reivindicaciones 13-17 de la solicitud carecen de novedad a la luz de lo divulgado en el documento D01. (Art. 6.1 LP)

La diferencia entre el documento D01 y el objeto técnico de la reivindicación 1 es que en dicho documento no se hace referencia explícita a la condensación a diferentes niveles de temperatura y presión de los gases y vapores extraídos del proceso, con el fin de obtener una serie de productos que posteriormente pueden ser valorizados para diversos usos, por ejemplo su empleo como combustibles. Sin embargo, es bien conocido en el estado de la técnica la separación de productos ligeros de mayor valor añadido, como aceites, a partir de biomasa mediante procesos de carbonización (ver columna 3, líneas 30-40 en documento D02)

Por tanto, el experto en la materia podría incorporar esta característica a las enseñanzas del documento D01 sin el ejercicio de actividad inventiva, dando como resultado el objeto técnico de las reivindicaciones 1-9 de la solicitud.

En consecuencia, las reivindicaciones 1-9 de la solicitud carecen de actividad inventiva a la luz de la combinación de los documentos D01 y D02. (Art. 8.1 LP)

En cuanto a las reivindicaciones 10-12, referentes al producto obtenible por el procedimiento anterior y a su valorización para emplearlo, por ejemplo, como combustible, no se les puede conceder novedad ni actividad inventiva, dado que no presentan características técnicas que lo diferencien de los productos obtenidos por otros procedimientos divulgados en el estado de la técnica (ver documento D02).

En consecuencia, las reivindicaciones 10-12 de la solicitud carecen de novedad a la luz de lo divulgado en el estado de la técnica. (Art. 6.1 LP)