

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Cra. 7 # 74 – 64 Oficina 506
Tel: (571) 3132408 – 3132423 - 3132410 - 3131759
Fax: (571) 3131647 - 3132367
E-mail: mail@rubiolawyers.com
Apartado Aéreo 21848
Bogota, D.C. -Colombia

Doctor

JOSE LUIS SALAZAR LOPEZ (C)

Director de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-295217- -00006-0000

Fecha: 2014-10-17 14:46:19 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 31

REF: Expediente No.

13-295217

Patente de Invención:

**“PROCEDIMIENTO PARA LA
EXTRACCIÓN DE PRODUCTOS
BIOQUÍMICOS OBTENIDOS A PARTIR DE
UN PROCESO DE CARBONIZACIÓN
HIDROTHERMAL DE BIOMASA Y SISTEMA
PARA LLEVAR A CABO DICHO
PROCEDIMIENTO”**

Solicitud Internacional No.

PCT/ES2011/070894

Clasificación Internacional:

C10L 1/16, C10G 1/00.

Titular:

INGELIA, S.L.

RESPUESTA A REQUERIMIENTO

**OFICIO No. 9233 NOTIFICADO POR FIJACION EN LISTA DE 5 DE AGOSTO DE
2014**

HUMBERTO RUBIO CAMACHO, mayor de edad, domiciliado en Bogotá, D.C., identificado con la cédula de ciudadanía número 17'192.062 de Bogotá, abogado graduado portador de la Tarjeta Profesional No. 50.007 expedida por el Consejo Superior de la Judicatura, actuando en carácter de Apoderado de **INGELIA, S.L.**, domiciliada en José Maria Haro, 20 – Esc. C – Pta. 4, E-46022 Valencia, España; encontrándome dentro de la debida oportunidad procesal para dar respuesta al auto proferido por su Despacho, mediante Oficio 9233, notificado por fijación en lista 5 de agosto de 2014, me permito:

Manifiestar:

I. En el informe emitido sobre la presente invención, se han formulado las objeciones que a continuación resumimos:

1. De la solicitud de patente

El título es general, no corresponde totalmente con la materia de la solicitud; porque no hace referencia al sistema para la extracción de productos bioquímicos que se encuentra dentro del alcance de las reivindicaciones presentadas, por lo anterior se sugiere al solicitante hacer las correcciones a que haya a lugar.

Reivindicaciones (Art 30, Art 22 PCT)

- Durante el examen se encontraron las siguientes faltas de claridad:

En las reivindicaciones 1, 3 a 5, 7, 9, 13, 15 y 16 los términos: “un nivel de flotación definido”, “o por encima”, “al menos”, “por debajo del nivel”, “parte” y “nivel definido”, son imprecisos y/o relativos, por lo cual no permiten distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere eliminarlos o sustituirlos por términos precisos o rangos concretos.

- Las reivindicaciones 1, 4, 6, 7, 9, 11, 13 y 17 presentan como características técnicas esenciales términos generales, tales como: “una mezcla acuosa de biomasa”, “un tubo de precalentamiento”, “temperatura de evaporación”, “enfriar”, “separar”, “gases calientes”, “una etapa adicional de regulación de la presión y temperatura”, “un equipo de condensación”, “son valorizados químicamente”, “transformación catalítica”, “un sistema de condensación”, “un sistema de aporte de calor externo”.

Los cuales aunque corresponden a operaciones unitarias o términos conocidos, abarcan una extensa gama de posibilidades; de tal manera sugieren de forma imprecisa que la protección se extiende a otras posibles variaciones, se propone realizar las modificaciones respectivas utilizando términos que describan de forma menos general.

- En las reivindicaciones 3 a 8, 11 a 13 y 16, se sugiere revisar la relación de dependencia, ya que no se presentan suficientemente soportadas, por ejemplo: La reivindicación 3, señala que “de acuerdo a la reivindicación 1 o 2, donde cuando dicha etapa anterior de precalentamiento”, pero en la reivindicación 2 no se hace referencia a dichas etapas.

- La reivindicación 2, aunque en el preámbulo reclaman un procedimiento presenta características correspondientes a un equipo, de tal manera no es claro el objeto a proteger, y por ende no hace parte del estudio de patentabilidad. Por otra parte, hace referencia a la “monomerización”, pero dicha característica no se encuentra divulgada en la reivindicación 1, de la cual depende, por lo tanto no se encuentra sustentada.

- Las reivindicaciones 1 y 12 se refieren a “incrementando la generación de vapores y/o gases en el nivel de flotación definido del reactor vertical” y “para producir combustibles líquidos tipo diésel mediante un proceso de hidrogenación”, los cuales corresponden a efectos esperados, por lo tanto no se consideran características técnicas de la invención y no hacen parte del estudio de patentabilidad.

- La reivindicación 10 hace referencia a “Producto bioquímico”, pero se está caracterizando por el método para su obtención, de esta manera no es claro el objeto de la invención, puesto que no se presentan características que definan dicho producto. Al respecto no debe olvidarse que las reivindicaciones de producto y de procedimiento/método son diferentes y, por ello, deben redactarse de manera independiente en el pliego reivindicatorio.

- La reivindicación 11 tiene por objeto un método, sin embargo no muestra la secuencia de etapas técnicas por medio de las cuales se transforme una materia en un producto. Es así como se limita a definir el método por una característica general, pero no reivindica las etapas técnicas con sus condiciones técnicas (temperaturas, flujos, presiones, etc.), por lo anterior esta reivindicación no es clara. Se sugiere realizar las aclaraciones respectivas o definir la invención por sus características esenciales, teniendo en cuenta no modificar o ampliar la materia ya divulgada.

- Las reivindicaciones 11 y 12, presenta una relación de dependencia con la reivindicación 10, con la cual no se evidencia ninguna relación, dado que corresponden a categorías distintas, reivindicación 10/producto y reivindicaciones 11 y 12/método. Se sugiere hacer las correcciones pertinentes.
- Se le sugiere al solicitante que coloque al frente de la característica o del elemento, el número de referencia de las figuras, guardando correspondencia con el capítulo descriptivo y dicho capítulo reivindicatorio, con el objetivo de comprender mejor la invención al momento de hacer el análisis y distinguir los elementos de dicha invención.

2. Determinación del Estado de la Técnica

El estado de la técnica se determinó con base en la fecha de presentación de la solicitud de prioridad: junio 09 de 2011, y se encontraron los siguientes documentos que anticipan el objeto de esta solicitud:

Ítem	Documento	Título	Fecha de Publicación*
D1	ES 2 339 320	"Método de carbonización hidrotermal con reactor de flujo invertido, e instalación"	18/Mayo/2010
D2	US 2010/0024283	"Process for production of bio-oil by coprocessing of biomass in a delayed coking unit"	04/Febrero/2010

El documento D1² divulga un método de carbonización hidrotermal de una mezcla acuosa de biomasa y catalizador que comprende, al menos las siguientes etapas: (a) alimentación de dicha mezcla acuosa de biomasa y catalizador a un reactor vertical de flujo invertido, a través de un tubo de ascenso, tubo en el que se inicia la monomerización de la biomasa dando lugar a un primer producto de reacción, (b) la polimerización de dicho primer producto de la reacción para dar lugar a un segundo producto de reacción; (c) la acumulación y posterior evacuación de los gases y del vapor de agua por la parte superior del reactor.

El documento D2³ divulga un proceso para la producción de bio-aceite por la coquización retardada con materia prima modificada, en el que la alimentación de la unidad de coque convencional contempla, además de la alimentación fresca habitual de hidrocarburos (residuo de vacío, residuo atmosférico, etc.), la alimentación de biomasa para coprocesamiento. Dicha biomasa se puede seleccionar del grupo que comprende la paja de caña de azúcar, bagazo de caña de azúcar, torta de semillas de ricino, cáscaras de coco, cáscara de arroz, soja cruda, semillas de ricino, aceite de canola, aceite de palma y aceites de semilla de algodón, y los aceites y grasas de origen animal, que se puede utilizar por separado, o como mezclas de los mismos en cualquier proporción

3. Examen de Patentabilidad (Art 14 D486)

Novedad (Art 16 D486)

El examinador considera que las características esenciales de algunas de las reivindicaciones de la presente solicitud habían sido divulgadas previamente en el documento D1 y D2 tal y como lo señala en la tabla que anexa en el informe técnico realizado.

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS
Expediente No. 13-295217
Pagina 4 de 15

Conclusión

Los requisitos de Patentabilidad de la presente solicitud están afectados así:

Ítem	Documento	Reivindicaciones afectadas	Requisito que afecta
D1	ES 2 339 320	10, 13 a 16	Novedad/Nivel Inventivo
D2	US 2010/0024283	11 y 12	Novedad/Nivel Inventivo

II.- En contestación a las observaciones anteriores, nos permitimos manifestar lo siguiente:

(1) Título:

Para solventar la objeción planteada por el examinador, se modificar el título, quedando así:

“PROCEDIMIENTO PARA LA EXTRACCIÓN DE PRODUCTOS BIOQUÍMICOS OBTENIDOS A PARTIR DE UN PROCESO DE CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL DE BIOMASA Y SISTEMA PARA LLEVAR A CABO DICHO PROCEDIMIENTO”

(2) Reivindicaciones

De acuerdo a las sugerencias del examinador, estamos anexando un nuevo pliego de reivindicaciones (1-16), todas sustentadas en el contenido de la solicitud internacional PCT originalmente presentada, no implica ninguna ampliación, ni materia nueva no divulgada junto con la solicitud, por lo tanto es permitida según el Artículo 34 de la mencionada Decisión 486.

A continuación se detallan las modificaciones realizadas, así como el soporte de las mismas en la solicitud:

- En la reivindicación 1 se ha suprimido “, incrementando la generación de vapores y/o gases en el nivel de flotación definido del reactor vertical”. El solicitante defiende que esta expresión hace referencia al efecto que se consigue como resultado de calentar hasta una temperatura igual o superior a la temperatura de evaporación de la mezcla acuosa de biomasa, ya sea en el mismo reactor o en una etapa anterior de precalentamiento. En consecuencia, la eliminación del efecto no da lugar a ampliación de materia ya que se mantienen el resto de características que dan lugar al mencionado efecto.

Adicionalmente, se ha sustituido “o por encima de” por “una temperatura igual o superior a”. Esta modificación tiene por objeto mejorar la redacción de la reivindicación y, por lo tanto, tampoco da lugar a ampliación de materia.

Por último, se han introducido los números de referencia de la figura para facilitar la comprensión del procedimiento de la invención.

- La reivindicación 2 se ha modificado de forma que ahora especifica que *“el proceso de carbonización hidrotermal comprende una etapa de monomerización de la mezcla acuosa de biomasa, y ésta se inicia en un tubo de ascenso (8) situado en el interior de un reactor vertical que es un reactor vertical de flujo invertido (7)”*. Base para esta modificación se encuentra en la reivindicación 2 tal como consta en el expediente, en combinación con la página 3, líneas 23-32, donde se menciona que una de las etapas de la carbonización hidrotermal es la monomerización. Adicionalmente, se han introducido los números de referencia de la figura para facilitar la comprensión del procedimiento de la invención.
- En la reivindicación 3 se han realizado únicamente modificaciones formales, de estilo de la redacción, para mejorar la comprensión de esta reivindicación. Base para estas modificaciones se encuentran en la propia reivindicación 3 tal como consta en el expediente. Adicionalmente, se han introducido los números de referencia de la figura para facilitar la comprensión del procedimiento de la invención.
- La reivindicación 11 (reenumerada como reivindicación 10) se ha modificado de forma que ahora hace referencia a un método de valorización de un producto bioquímico que comprende: i) el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos, y ii) transformación catalítica del bioquímico extraído. Base para esta modificación se encuentra en la reivindicación 11 tal como consta en el expediente.
- La reivindicación 12 (reenumerada como reivindicación 11) se ha modificado de forma que ahora hace referencia a un método para producir combustibles líquidos tipo diesel que comprende: i) el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos, y ii) hidrogenación de los bioquímicos extraídos. Base para esta modificación se encuentra en la reivindicación 12 tal como consta en el expediente.
- La reivindicación 13 (reenumerada como reivindicación 12) se ha modificado de forma que ahora hace referencia al procedimiento *“tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9”*. Base para esta modificación se encuentra en la reivindicación 13 tal como consta en el expediente. Adicionalmente, se han introducido los números de referencia de la figura para facilitar la comprensión del procedimiento de la invención.

- En las reivindicaciones 4, 5 y 7 se han introducido los números de referencia de la figura para facilitar la comprensión del procedimiento de la invención.
- En las reivindicaciones 14-17 (reenumeradas como reivindicaciones 13-16) se han introducido los números de referencia de la figura para facilitar la comprensión del procedimiento de la invención.

(3) Falta de claridad en las reivindicaciones

(3.1) Reivindicaciones 1, 3 a 5, 7, 9, 13, 15 y 16

En opinión del examinador los términos: “*un nivel de flotación definido*”, “*o por encima*”, “*al menos*”, “*por debajo del nivel*”, “*parte*” y “*nivel definido*” son imprecisos y/o relativos y, por tanto, no permiten distinguir la invención del estado de la técnica.

El solicitante respetuosamente discrepa con la opinión del examinador y defiende que los términos objetados son claros para el experto en la materia, al menos por los motivos que se exponen a continuación:

(3.1.1) En particular el solicitante afirma los términos “un nivel de flotación definido”, “por debajo del nivel” y “nivel definido” son perfectamente claros para el experto en la materia.

La reivindicación 1 se refiere a un procedimiento para la extracción de productos bioquímicos “...*que comprende alimentar una mezcla acuosa de biomasa desde un tubo de precalentamiento (5) de la mezcla acuosa de biomasa a un reactor vertical (7) con un nivel de flotación definido y una zona de acumulación de vapores y gases en su parte superior (10),...*”.

El solicitante defiende que el experto en la materia entiende de forma inequívoca que el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos que se describe en la reivindicación 1 comprende alimentar una mezcla acuosa de biomasa desde un tubo de precalentamiento (5) a un reactor vertical (7); y que esta alimentación tiene lugar hasta que el nivel de flotación en la mezcla acuosa de biomasa, es decir, la zona que separa la fase sólido-líquida ((9)+(11)+(12)) y la parte superior del reactor que comprende vapor y gases de proceso (10), alcance un nivel específico dentro del reactor vertical (7). De esta forma, tal como se muestra en la figura 1, durante el procedimiento de la invención el interior del reactor se divide en dos partes claramente diferenciadas: una parte inferior donde se encuentra la fase sólido-líquido, dividida a su vez en zonas de monomerización (9), polimerización (11) y maduración (12); y una parte superior (10) donde se acumulan vapores y gases generados durante el procedimiento; siendo la separación entre ambas partes el nivel de flotación del reactor vertical.

Adicionalmente, el solicitante desea hacer referencia al siguiente párrafo de la descripción:

“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.” (pág. 5, líneas 16-24 del texto modificado en Capítulo II PCT)

En base a lo anterior, el solicitante mantiene que las expresiones “(reactor vertical con) un nivel de flotación definido” en la reivindicación 1, y “(reactor vertical con) nivel definido” en la reivindicación 13 tienen un significado claro para el experto en la materia, es decir, un reactor vertical (7) con una zona determinada (nivel de flotación) donde se encuentra la separación entre la fase sólido-líquida y la fase gas-vapor durante el procedimiento de la invención.

Así como también entiende de forma inequívoca que el término “por debajo del nivel (de flotación)” de la reivindicación 4 significa, por debajo de la separación entre la fase sólido-líquido ((9) + (11) + (12)) y la fase vapor (10), es decir, el al menos un vapor saturado y/o sobrecalentado y/o gases calientes se inyecta directamente a la mezcla acuosa de biomasa sometida al proceso HTC.

(3.1.2) En relación con lo expuesto en el apartado anterior, el solicitante afirma que el término “parte” tal como se utiliza en las reivindicaciones 1 y 13, es decir, “parte (superior/alta)”, hace referencia a la zona del reactor vertical, situada por encima de la fase sólido-líquido formada por la mezcla acuosa de biomasa sometida al proceso HTC, donde se acumulan los vapores y gases generados. Parte del reactor que corresponde a la zona de gases y vapor de agua (10) en la figura 1. En consecuencia, el solicitante defiende que este término es claro para el experto en la materia.

(3.1.3) Por otro lado, la reivindicación 9 indica “parte o todos los condensados separados son valorizados químicamente...”. El solicitante defiende que el término “parte” en esta reivindicación claramente hace referencia a la posibilidad de que no todos los condensados separados sean valorizados químicamente, es decir, que la etapa de valorización química únicamente se aplique a una fracción de la totalidad de los condensados separados obtenidos por el procedimiento de la invención.

(3.1.4) Respecto al término “o por encima (de la temperatura de evaporación)” en la reivindicaciones 1 y 3, el solicitante afirma que el experto en la materia entiende de forma inequívoca que esta expresión hace referencia a calentar hasta una temperatura igual o superior a la temperatura de evaporación de la mezcla acuosa de biomasa. Con objeto de

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Expediente No. 13-295217

Página 8 de 15

mejorar la comprensión de estas reivindicaciones, se han modificado las reivindicaciones 1 y 3 sustituyendo "o por encima de" por "una temperatura igual o superior a".

(3.1.5) Por otro lado, el solicitante defiende que el término "al menos" en las reivindicaciones 3-5, 7, 9, 13, 15 y 16 es suficientemente preciso para el experto en la materia. El solicitante afirma que el experto en la materia entiende de forma directa que este término indica que el procedimiento o sistema que se protege puede comprender una o varias de las características que se especifican a continuación del mencionado término.

En particular, el procedimiento de extracción de productos bioquímicos de la invención puede comprender la inyección directa de uno o varios vapores saturados o sobrecalentados y/o gases calientes (reiv. 3-5). El solicitante mantiene que el experto en la materia, una vez dispone de la información que proporciona la presente solicitud de patente, reconoce de forma inmediata que el procedimiento de extracción que se protege en estas reivindicaciones permite solventar el problema técnico planteado, es decir, mejorar los resultados de extracción de los productos bioquímicos, con independencia de si se inyecta únicamente una corriente de vapor saturado o sobrecalentado y/o gases calientes, o se inyectan varias corrientes diferentes en el reactor.

De forma análoga, el experto en la materia entiende de forma directa del contenido de la presente solicitud que la condensación de vapores en el procedimiento de extracción de productos bioquímicos de la invención puede tener lugar en uno o varios equipos de condensación (reiv. 7), y los condensados separados pueden ser conducidos a uno o varios depósitos de condensados (reiv. 9). Así como también reconoce que el sistema para llevar a cabo el procedimiento de la invención puede comprender uno o varios reactores verticales con nivel definido (reiv. 13), uno o varios tubos de precalentamiento (reiv. 13), uno o varios sistemas para el control de presión y temperatura (reiv. 14), pudiendo comprender estos sistemas de control de presión y temperatura uno o varios dispositivos de regulación de presión (reiv. 16).

En base a lo anterior, el solicitante defiende que las reivindicaciones 3-5, 7, 9, 13, 15 y 16 son claras y están soportadas por la descripción de la invención.

(3.2) Reivindicaciones 1, 4, 6, 7, 9, 11, 13 y 17

El examinador señala que estas reivindicaciones incluyen características técnicas esenciales en términos generales tales como: "una mezcla acuosa de biomasa", "un tubo de precalentamiento", "temperatura de evaporación", "enfriar", "separar", "gases calientes", "una etapa adicional de regulación de la presión y temperatura", "un equipo de condensación", "son valorizados químicamente", "transformación catalítica", "un sistema de condensación", "un sistema de aporte de calor externo". En su opinión, estos términos definen la invención de forma imprecisa.

El solicitante respetuosamente discrepa con la opinión del examinador y defiende que las reivindicaciones tal como constan en el juego de reivindicaciones adjunto permiten solventar el problema técnico en todo su ámbito de protección. Así mismo, ninguna de las realizaciones comprendidas en el ámbito de estas reivindicaciones está anticipada, ni resulta obvia respecto al estado de la técnica. Por ello, el solicitante sostiene que las reivindicaciones representan una extrapolación válida de la invención.

(3.2.1) En particular, el solicitante defiende que en el procedimiento de la presente invención se puede utilizar como materia prima cualquier “mezcla acuosa de biomasa” (reivindicación 1).

El experto en la materia entiende que el término “biomasa” hace referencia a materia orgánica de origen vegetal. Esta materia orgánica comprende compuestos bioquímicos que son extraídos por el procedimiento de la presente invención. En muchas ocasiones se trata de mezclas de compuestos bioquímicos, sobre todo cuando se alimenta el proceso con mezclas de diferentes tipos de biomasa.

(3.2.2) En relación con lo anterior, el solicitante afirma que “la temperatura de evaporación (de la mezcla acuosa de biomasa)” (reivindicaciones 1 y 3) es función de la biomasa utilizada. Por lo tanto, este parámetro queda perfectamente definido una vez se selecciona la biomasa a utilizar en cada una de las realizaciones comprendidas en el ámbito de protección de las mencionadas reivindicaciones.

(3.2.3) Por otro lado, el solicitante sostiene que la presente solicitud de patente define de forma suficientemente precisa el significado de “tubo de precalentamiento (5)” (reivindicaciones 1, 3 y 13).

El tubo de precalentamiento (5) está situado con anterioridad al reactor de flujo vertical (7) (reivindicación 13) y, tal como se menciona en el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos de la invención, se utiliza para adicionar la mezcla acuosa de biomasa al reactor de flujo vertical (7) (reivindicación 1 y pág. 7, líneas 21-23 del texto modificado en Capítulo II PCT).

Adicionalmente, cuando el procedimiento de la invención comprende una etapa anterior de precalentamiento de la mezcla acuosa de biomasa, el tubo de precalentamiento (5) puede comprender una camisa exterior para la recirculación de un fluido calor portante (pág. 8, líneas 11-14 del texto modificado en Capítulo II PCT).

El solicitante defiende que un experto en la materia entiende de forma directa del contenido de la presente solicitud que otras características del tubo de precalentamiento tales como dimensiones, formas, materiales, etc pueden ser variables. En consecuencia, el “tubo de precalentamiento (5)” tal como se define en las reivindicaciones 1, 3 y 13 es un término suficientemente específico y no supone una extrapolación inadecuada de la invención.

(3.2.4) Respecto al término “enfriar”, el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos tal como se describe en la reivindicación 1 comprende una etapa c) donde se enfrían los gases y/o condensan los vapores extraídos en la etapa anterior a diferentes niveles de temperatura y presión.

El solicitante defiende que el experto en la materia entiende de la divulgación de la presente solicitud de patente que el término “enfriar” en esta reivindicación hace referencia a enfriar hasta una temperatura adecuada para separar los bioquímicos extraídos (etapa d) del procedimiento según la reivindicación 1), siendo esta temperatura variable en función de los compuestos bioquímicos a extraer.

(3.2.5) Adicionalmente, la reivindicación 1 también incluye el término “separar”. Así, el procedimiento tal como se describe en esta reivindicación comprende una etapa d) donde tiene lugar la separación de los bioquímicos de los condensados generados en la etapa anterior.

En opinión del solicitante, el experto en la materia entiende de forma directa de la divulgación de la presente solicitud de patente que cualquier técnica de separación habitual en la técnica puede ser adecuada para realizar dicha separación, siendo más adecuada una u otra dependiendo de la composición en sí del condensado, así como también de los compuestos bioquímicos a separar.

En consecuencia, el solicitante defiende que el término “separar” es un término suficientemente específico y no supone una extrapolación indebida de la invención.

(3.2.6) En las reivindicaciones 3-5 se mencionan diferentes formas preferidas para calentar la mezcla acuosa de biomasa. Una de estas opciones es la inyección directa de “gases calientes” en el tubo de precalentamiento (5) (reiv.3), en el reactor vertical (7) (reiv.4) o en el tubo de ascenso (8) del reactor vertical de flujo invertido (7).

El solicitante afirma que el experto en la materia entiende de forma directa de estas reivindicaciones dependientes, que el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos que se protege comprende: calentar la mezcla acuosa de biomasa hasta una temperatura igual o superior a su temperatura de evaporación (reivindicación 1), por inyección directa de gases a una temperatura suficientemente elevada para alcanzar dicha temperatura de evaporación de la biomasa.

Adicionalmente, en realizaciones preferidas de la invención el sistema utilizado en el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos comprende un dispositivo evaporador (27) donde parte del producto de reacción de la zona de maduración (12) se calienta y evapora, y los gases generados (gases calientes) son reintroducidos en el reactor vertical de flujo invertido (7), por debajo del nivel de flotación, a través de la válvula (28) y el sistema de inyección de vapor al reactor (25).

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Expediente No. 13-295217

Página 11 de 15

En base a lo anterior, el solicitante defiende que el término "*gases calientes*" es suficientemente específico para el experto en la materia y no supone una extrapolación indebida de la invención.

(3.2.7) Tal como se indica en la descripción (pág. 5, línea 34 a pág. 6, línea 1, y pág. 6, líneas 7-9 del texto modificado en Capítulo II PCT), el proceso HTC es exotérmico, por lo que es importante mantener la presión y temperatura dentro de unos intervalos previamente establecidos. Por ello, en la reivindicación 6 se especifica que, preferiblemente, el procedimiento de la invención comprende "una etapa adicional de regulación de la presión y temperatura", donde los valores de presión y temperatura son fácilmente identificables por el experto en la materia una vez se ha definido la mezcla acuosa de biomasa de partida. En consecuencia, el solicitante defiende que la reivindicación 6 no supone una extrapolación indebida de la invención y está suficientemente soportada en la solicitud tal como se presentó originalmente.

(3.3) Reivindicaciones 3 a 8, 11 a 13 y 16

En opinión del examinador, la relación de dependencia de estas reivindicaciones no es correcta.

(3.3.1) Reivindicaciones 3 a 8

El solicitante respetuosamente discrepa con el examinador y defiende que la dependencia de estas reivindicaciones es correcta. En estas reivindicaciones se definen diferentes características preferidas del procedimiento de la invención que, según entendemos, no son excluyentes entre ellas.

Adicionalmente, el solicitante ha modificado la reivindicación 3 sustituyendo "dicha (etapa anterior)" por "la (etapa anterior)". El objetivo de esta modificación es mejorar la claridad de la mencionada reivindicación.

(3.3.2) Reivindicaciones 11 a 13 y 16

El examinador considera que las reivindicaciones 11 y 12 no son correctas ya que dependen de la reivindicación 10, siendo ésta de una categoría diferente a las anteriores. Adicionalmente, considera que la reivindicación 11 no es clara ya que tiene por objeto un método, pero no incluye etapas técnicas.

En respuesta, el solicitante ha modificado las reivindicaciones 11 y 12 eliminando la referencia al producto bioquímico de la reivindicación 10 e incluyendo etapas técnicas de proceso. El solicitante defiende que las modificaciones realizadas en estas reivindicaciones permiten solventar las objeciones planteadas por el examinador.

(3.4) Reivindicación 2

El examinador considera que no queda claro el objeto de protección, ya que se define un procedimiento por características de un equipo. Adicionalmente, el examinador objeta que "monomerización" no se menciona en la reivindicación 1, por lo tanto no tiene soporte en esta reivindicación dependiente.

En respuesta, el solicitante ha modificado el texto de la reivindicación 2 para definir el procedimiento por características de proceso, es decir, se especifica dónde tiene lugar el inicio de la etapa de monomerización. Adicionalmente, se ha introducido la relación entre el proceso de carbonización hidrotermal (mencionado en la reivindicación 1) y la monomerización mencionada en esta reivindicación dependiente. El solicitante defiende que las modificaciones realizadas en la reivindicación 2 solventan las objeciones planteadas por el examinador.

(3.5) Reivindicaciones 1 y 12

En opinión del examinador, las expresiones: "incrementando la generación de vapores y/o gases en el nivel de flotación definido del reactor vertical" y "para producir combustibles líquidos tipo diésel mediante un proceso de hidrogenación" definen los efectos esperados, pero no se pueden considerar características técnicas que definan la invención.

(3.5.1) En respuesta, se ha eliminado "incrementando la generación de vapores y/o gases en el nivel de flotación definido del reactor vertical" de la reivindicación 1. El solicitante defiende que este efecto viene determinado por las características técnicas que lo producen, es decir, calentar la mezcla acuosa de biomasa a una temperatura igual o superior a la temperatura de evaporación, bien en el reactor vertical y/o en una etapa previa de precalentamiento de la mezcla (etapa (a) del procedimiento de la invención). Por lo tanto, esta modificación no amplía la información contenida en la solicitud tal como se presentó.

(3.5.2) Por otro lado, la reivindicación 12 (reenumerada como reivindicación 11) se ha transformado en un método para producir combustibles líquidos tipo diesel, a la vez que se especifican dos etapas del mencionado método: i) procedimiento de extracción e ii) hidrogenación de los productos bioquímicos extraídos.

El solicitante defiende que en la reivindicación tal como se ha modificado el objeto del proceso de hidrogenación, la producción de combustibles líquidos tipo diesel, sí es una característica técnica del método y, por tanto, es correcto incluirlo en las reivindicaciones.

(3.6) Reivindicación 10-12

El examinador objeta la reivindicación 10 porque ésta se refiere a un "producto bioquímico" definido por su procedimiento de obtención.

La reivindicación 10 se ha suprimido del juego de reivindicaciones modificado. En consecuencia, el solicitante defiende que el juego de reivindicaciones que se adjunta solventa la objeción planteada por el examinador.

(3.7) Números de referencia de las figuras

Capítulo Descriptivo y Capítulo Reivindicatorio

Adicionalmente, para facilitar el análisis y facilitar la comprensión de la invención, el examinador sugiere que se incluya el número de referencia de las figuras frente a cada característica o elemento mencionado en la descripción y las reivindicaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior se han incluido, sin carácter limitante, tanto a las nuevas reivindicaciones como al capítulo descriptivo el número de referencia de la figuras frente a cada característica o elemento.

(4) Determinación del Estado de la Técnica

Novedad (Art. 16 D486)

Las reivindicaciones 10 a 16 han sido objetadas por falta de novedad.

En respuesta, el solicitante defiende que las reivindicaciones incluidas en el juego de reivindicaciones modificado sí cumplen el requisito de novedad.

(4.1) Reivindicación 10

Esta reivindicación se ha suprimido. En consecuencia, la objeción por falta de novedad ya no es de aplicación.

(4.2) Reivindicaciones 11 y 12

Las reivindicación 11 se ha modificado de forma que ahora hacen referencia a un método de valorización de un producto bioquímico que comprende: i) el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos de la invención, y ii) transformación catalítica del bioquímico extraído.

Por otro lado, la reivindicación 12 se ha modificado de forma que ahora se refiere a un método de valorización de un producto bioquímico que comprende: i) el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos de la invención, y ii) proceso de hidrogenación para producir combustibles líquidos tipo diesel.

El solicitante defiende que ambas reivindicaciones comprenden un procedimiento para la extracción de productos bioquímicos que es nuevo e inventivo y, en consecuencia también son nuevas e inventivas.

(4.3) Reivindicaciones 13-17

El examinador objeta que estas reivindicaciones no son nuevas respecto a D1. Sin embargo, el solicitante respetuosamente discrepa y defiende que el sistema definido por las reivindicaciones 13-17 es nuevo respecto a D1 al menos por los motivos que se incluyen a continuación.

(4.3.1) El sistema tal como se describe en la reivindicación 13 comprende un equipo evaporador (27) alimentado por condensados de proceso (15) y con una fuente externa (c). En este equipo evaporador se generan vapores que se introducen a la parte superior del reactor (28) y/o en el tubo de precalentamiento (5).

Este sistema evaporador (27) con alimentación de los condensados del proceso, en particular de la zona de maduración (12) tal como se indica en la descripción (pág. 13, líneas 10-17 del texto modificado en Capítulo II PCT), y conexión a la parte superior del reactor (28) y/o al tubo de precalentamiento (5) no se describe en D1. En consecuencia, el solicitante defiende que el sistema de la reivindicación 13 es nuevo respecto a D1.

Adicionalmente, el solicitante afirma que el documento D1 no sugiere en ningún momento la posibilidad de incorporar un equipo evaporador (27) alimentado por condensados de proceso (15) y con una fuente externa (c) en el sistema que allí se describe. En consecuencia, el experto en la materia no ser habría visto motivado en ningún momento a modificar el mencionado sistema con objeto de obtener el sistema definido por la reivindicación 13 (reenumerada como reivindicación 12 en el juego de reivindicaciones que se adjunta). En consecuencia, el solicitante defiende que el sistema para llevar a cabo el procedimiento para la separación de productos bioquímicos de la invención también ha de considerarse inventivo respecto a D1.

(4.3.2) Las reivindicaciones 14-17 (reenumeradas como reivindicaciones 13 a 16) dependen de la reivindicación 13 (reenumerada como reivindicación 12) y, por tanto, incluyen todas las características de la mencionada reivindicación independiente. En consecuencia, *estas reivindicaciones dependientes se consideran nuevas e inventivas al menos por los motivos expuestos anteriormente en relación con la reivindicación 13.*

Conclusión

Teniendo en cuenta los argumentos expuestos anteriormente consideramos que las reivindicaciones tal y como han sido modificadas cumplen con las disposiciones vigentes, especialmente los Artículos 14, 16, 18 y 21 de D486.

Por lo tanto, respetuosamente consideramos que la materia objeto de las reivindicaciones es nueva e implica actividad inventiva porque ninguno de los documentos anteriores del estado de la técnica provee un procedimiento para la extracción de productos

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Expediente No. 13-295217

Página 15 de 15

bioquímicos obtenidos a partir de un proceso de carbonización hidrotermal de biomasa, tal y como se describe en las nuevas reivindicaciones anexas al presente respetuoso escrito.

Ninguna de las referencias citadas por el examinador divulga "todas" las características inventivas de las reivindicaciones de la presente invención, quedando en evidencia la novedad de la misma, y por lo tanto, las referencias citadas por el examinador proponen una solución técnica a este problema que ilustra el nivel inventivo de la presente invención.

Por todo lo anteriormente argumentado, entendemos que la solicitud es patentable a la luz de los documentos del estado de la técnica citada en el examen de patentabilidad, y por lo tanto, las objeciones sobre la falta de novedad y nivel inventivo de la misma deben reconsiderarse. En consecuencia solicito se continúe con el estudio de la presente solicitud y se proceda a la concesión de la patente colombiana correspondiente.

De manera atenta solicito a su Despacho, tener en cuenta todos y cada una de las consideraciones expuestas anteriormente, al momento de estudiar el presente caso.

Anexos:

- i. Nuevo pliego reivindicatorio.
- ii. Nuevo pliego descriptivo

Petición:

Conforme a lo anterior, una vez atendidos los requerimientos y exigencias del examinador y al tener en cuenta el nuevo capítulo reivindicatorio presentado, solicito muy amablemente a su Despacho, llevar a cabo un nuevo estudio de patentabilidad teniendo en cuenta los argumentos aquí expuestos y sea concedido el privilegio de invención solicitado, y en caso contrario se hagan las correspondientes observaciones con el ánimo de hacer lo pertinente dentro del presente trámite.

Atentamente,



HUMBERTO RUBIO CAMACHO

C.C. 17'192.062 de Bogotá

T.P. 50.007 Consejo Superior de la Judicatura

COD. 4134

Reivindicaciones

1. Procedimiento para la extracción de productos bioquímicos durante un proceso de carbonización hidrotermal de biomasa que comprende alimentar una mezcla acuosa de biomasa desde un tubo de precalentamiento (5) de la mezcla acuosa de biomasa a un reactor vertical (7) con un nivel de flotación definido y una zona de acumulación de vapores y gases (10) en su parte superior, donde dicho procedimiento de extracción de productos bioquímicos se caracteriza por que comprende:
- (a) calentar hasta una temperatura igual o superior a la temperatura de evaporación de la mezcla acuosa de biomasa en el mismo reactor vertical (7) y/o en una etapa anterior de precalentamiento de la mezcla acuosa de biomasa;
 - (b) extraer los bioquímicos conjuntamente con los vapores y/o gases generados en la etapa anterior y acumulados en la parte superior del reactor vertical (10);
 - (c) enfriar los gases y/o condensar los vapores extraídos en la etapa anterior a diferentes niveles de temperatura y presión.
 - (d) separar los bioquímicos de los condensados generados en la etapa anterior.
2. Procedimiento, de acuerdo a la reivindicación 1, donde el proceso de carbonización hidrotermal comprende una etapa de monomerización de la mezcla acuosa de biomasa, y ésta se inicia en un tubo de ascenso (8) situado en el interior de un reactor vertical que es un reactor vertical de flujo invertido (7).
3. Procedimiento, de acuerdo a la reivindicación 1 o 2, donde cuando la etapa anterior de precalentamiento tiene lugar en un tubo de precalentamiento (5), el calentamiento hasta una temperatura igual o superior a la temperatura de evaporación de la mezcla acuosa de biomasa tiene lugar mediante la circulación de un fluido calorportante (6) por una camisa situada en la parte externa de dicho tubo de precalentamiento (5), mediante la inyección directa a dicho tubo de precalentamiento (5) de al menos un vapor saturado o sobrecalentado, mediante la inyección directa a dicho tubo de precalentamiento (5) de gases calientes, o mediante cualquiera de sus combinaciones.
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 (7), dicho calentamiento se lleva a cabo mediante la inyección directa de al menos un vapor saturado o sobrecalentado y/o de gases calientes (25) en el propio reactor vertical, por debajo del nivel de flotación definido de la mezcla acuosa de biomasa.

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 (8) del reactor vertical de flujo invertido (7).

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 (20) y/o en la camisa de un tubo de precalentamiento (5) situado anteriormente al reactor vertical.

8. Procedimiento, de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la etapa posterior a la condensación de los vapores 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.

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. Método de valorización de un producto bioquímico que comprende:

i) el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y

ii) transformación catalítica del producto bioquímico

extraído.

11. Método para producir combustibles líquidos tipo diesel que comprende:

5 i) el procedimiento para la extracción de productos bioquímicos tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y

ii) proceso de hidrogenación de los productos bioquímicos extraídos.

10 12. Sistema para llevar a cabo un procedimiento tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el sistema comprende:

15 (a) al menos un reactor vertical (7) con nivel definido y una zona de acumulación de vapores y gases (10) en su parte superior donde tiene lugar el proceso de carbonización hidrotermal de biomasa;

(b) al menos un tubo de precalentamiento (5) situado anteriormente al reactor vertical (7);

20 (c) un equipo evaporador (27) alimentado con condensados de proceso (15) y con fuente de calor externa (c) para generar vapores que se introducen en la parte alta del reactor (28) y/o en el tubo de precalentamiento (5);

25 (d) un sistema de condensación de vapores que comprende un conjunto de equipos de condensación (20) a donde se conducen directamente los vapores y gases obtenidos en el reactor vertical.

30 13. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 12, donde el reactor vertical donde tiene lugar el proceso de carbonización hidrotermal es un reactor vertical de flujo invertido (7).

35 14. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 13, caracterizado por que comprende al menos un sistema para el control de la presión y temperatura (13) conectado a la salida del reactor de flujo invertido (7) y en paralelo al sistema de condensación.

40 15. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 14, caracterizado por que dicho sistema para el control de la presión y temperatura (13) 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.

16. Sistema, de acuerdo a la reivindicación 15, donde dicho depósito comprende además un sistema de aporte de calor
5 externo que actúa como generador de vapor para su inyección al reactor vertical (7).

**Procedimiento para la extracción de productos bioquímicos
obtenidos a partir de un proceso de carbonización hidrotermal
de biomasa y sistema para llevar a cabo dicho procedimiento**

5 **Campo Técnico**

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

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

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, 15 787-789. 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 20 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 25 tiene un alto contenido en agua (por ejemplo 80% e incluso más) lo que impide cualquier otra utilización de manera económica.

En las dos patentes de españolas citadas anteriormente se obtiene un carbón como producto deseado junto con una fase líquida acuosa que se extrae del reactor junto con el carbón. 30 En la fase líquida acuosa quedan restos de la biomasa disueltos los que se no han juntado al carbón por polimerización. Por válvulas en la parte superior del reactor se extrae vapores y/o gases. En este caso se trata de agua introducido al reactor junto con la biomasa o en forma de vapor para el calentamiento 35 del reactor. Los gases son mayoritariamente aire (nitrógeno y oxígeno) que se han introducido en el reactor conjuntamente con la biomasa. Si la biomasa ha sido depositada anteriormente y no ha sido procesado a corto plazo de su producción, se puede haber producido metano. Este gas puede ser introducido con a la 40 biomasa en el reactor y es recuperado junto con el aire a la salida de gases en la parte superior del reactor. A parte de los gases introducidos con la biomasa también se puede

recuperar dióxido de carbono que es producido por descarboxilaciones de la biomasa, con o sin haber sufrido reacciones de oxidación anteriormente.

El proceso de carbonización hidrotermal se atribuye
5 condiciones suaves, sobre todo en comparación con otros procesos de tratamiento de biomasa como la pirólisis o la gasificación, porque la degradación de la biomasa ocurre por hidrólisis de enlaces carbono-oxígeno como por ejemplo acetales, éteres o ésteres. Una rotura de un enlace carbono-
10 carbono ocurre solamente en casos excepcionales como por ejemplo en una condensación retro-aldol cuando existe una funcionalidad específica en la molécula. No ocurren fragmentaciones pirolíticas como es el caso en la pirólisis o la gasificación. Por la ausencia de estas reacciones tampoco se
15 forman aceites que se llaman bio-aceites en el caso de la pirólisis.

A partir del desarrollo industrial del proceso de carbonización hidrotermal de biomasa, se ha detectado sorprendentemente que adicionalmente al producto deseado, el
20 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
25 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
30 más de 100 sustancias químicas diferentes y se estima el valor del aceite en 0,50 euros por litro si se usa como fuel.

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
35 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
40 (conocido como aceite de pino o *tall oil*) por ejemplo, al procesar madera de pino en molinos de pulpa.

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
5 o compuestos extraídos del proceso de carbonización hidrotermal o después de una transformación catalítica.

Descripción de la invención

La presente invención se basa en el proceso de carbonización hidrotermal (proceso HTC) de biomasa, el cual
10 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
15 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
20 compuestos carbonílicos del grupo de los aldehídos, como por ejemplo compuestos furánicos, y más concretamente, por ejemplo, 5-hidroximetilfurfural o furfural.

En una segunda fase los compuestos aldehídicos polimerizan. Estos aceites, observados y descritos por primera vez, se
25 distinguen de los bio-oils fundamentalmente en su composición y en su origen. Los bio-oils son producidos durante la pirólisis por roturas de enlaces carbono-carbono y son muy miscibles con el agua. Los bioquímicos de la presente invención están presentes ya en la biomasa original sin que puedan ser
30 extraídos por un proceso económicamente rentable. Estos bioquímicos, sorprendentemente, se recupera juntos con el agua de proceso que se extrae del reactor en fase vapor.

Esta fase se conoce como fase de polimerización y en ella reaccionan no sólo los compuestos aldehídicos, sino también
35 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
40 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.

5 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
10 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
15 ser extraídos con vapor y/o gases de una cierta cantidad de agua.

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
20 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 CO₂,
25 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 de agua saturado, hacia el depósito de control de presión.

30 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,
35 una vez han alcanzado la desembocadura del tubo de ascenso (8), 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.

De esta forma, y en condiciones normales, a la salida del
40 tubo de ascenso (8) 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.

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.

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 CO₂. Este CO₂, en caso de no ser evacuado adecuadamente, podría a su vez provocar una subida indeseada de la presión del interior del reactor.

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 (12).

Al inicio de esta tercera fase, las principales formaciones de carbono ya se han desarrollado, aunque todavía se pueden desprender moléculas de H₂O 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.

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 (10) 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, aldehidos, etc. Este conjunto de productos químicos, a efectos de esta patente, se denominan productos bioquímicos, los cuales
5 pueden ser arrastrados y extraídos en forma de vapor y/o gases.

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
10 vertical (7), preferentemente un reactor vertical de flujo invertido, a través de un tubo de ascenso (8) 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 (8),
15 situado en la parte central del reactor vertical de flujo invertido (7), así como en su desembocadura, justo debajo de la línea de flotación, donde se forman las evaporaciones que se evacúan por la parte superior (10) del reactor vertical de flujo invertido (7).

20 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 (5) de la mezcla acuosa de biomasa a un reactor vertical (7) con un nivel de flotación definido y
25 una zona de acumulación de vapores y gases (10) 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
30 vertical (7) 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 (7);
- (b) extraer los vapores y/o gases generados en la etapa
35 anterior y acumulados en la parte superior del reactor vertical (10);
- (c) enfriar los gases y/o condensar los vapores extraídos en la etapa anterior a diferentes niveles de temperatura y presión;
- 40 (d) separar los bioquímicos de los condensadores generados en la etapa anterior.

En una realización preferida de la invención el reactor

puede consistir en un reactor vertical de flujo invertido (7) con un tubo de ascenso (8) en su interior en el que se inicia la monomerización de la mezcla acuosa de biomasa, según se describe en la patente ES2339320.

5 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 (5) rodeado de una camisa exterior. En dicho caso, el calentamiento de la mezcla acuosa de biomasa puede llevarse a
10 cabo mediante la circulación de un fluido calorportante (6) por una camisa situada en la parte externa de dicho tubo de precalentamiento (5), mediante la inyección directa a dicho tubo de precalentamiento (5) de al menos un vapor saturado o sobrecalentado y/o mediante la inyección directa a dicho tubo
15 de precalentamiento (5) de gases calientes.

De manera adicional o alternativa, el calentamiento de la mezcla acuosa de biomasa puede llevarse a cabo en el mismo reactor vertical (7). En una realización particular en la que el reactor vertical corresponda el reactor vertical de flujo
20 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 (8) del reactor de flujo invertido (7) y/o en el propio reactor de flujo invertido (7), por debajo de la
25 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
30 vertical de flujo invertido (7).

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 (10) durante
35 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.

40 Una vez extraídos los vapores del reactor vertical (7), se puede proceder a la condensación de los mismos en al menos un equipo de condensación, por ejemplo un intercambiador de calor

(20) tipo tubular con un fluido refrigerante dentro de las tubuladuras, y/o en la camisa del tubo de precalentamiento (5) situado anteriormente al reactor vertical (7). 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.

Para mejorar los resultados de la extracción, es posible adaptar la zona de condensación, preferentemente mediante válvulas de regulación (24) de caudal en función de temperatura y/o presión, equipos para separación de gases (26) y equipos de evacuación y conducción de condensados.

Después de la obtención del condensado de vapores y productos bioquímicos (que comprenden aceites, etc.), dicho condensado puede ser conducido a equipos de separación (26), 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 (21) y, desde allí, pueden ser realimentados al procedimiento.

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.

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 (20) para la condensación de los vapores extraídos del reactor vertical de flujo invertido (7). En una realización particular de la invención, los vapores y/o gases extraídos del reactor vertical de flujo invertido (7) pueden ser conducidos directamente desde dicho reactor hacia uno o varios de los equipos de condensación (20) para acelerar la condensación de los vapores. En este caso, el depósito de regulación de presión (13) según se describe en la patente ES2339321 quedaría en

paralelo con los equipos de condensación (20), 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 (13) 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.

10

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:

- 15 1. Tolva de almacenamiento
 2. Mezcla de biomasa, agua de proceso y catalizador
 3. Bomba de compresión
 4. Válvula de compuerta
 5. Tubo de precalentamiento
20 6. Fluido caliente
 7. Reactor vertical de flujo invertido
 8. Tubo de ascenso
 9. Zona de monomerización
 10. Zona de gases y vapor de agua
25 11. Zona de polimerización
 12. Zona de maduración
 13. Depósito de regulación de presión
 14. Válvula de regulación
 15. Válvula de regulación
30 16. Equipo de enfriamiento
 17. Válvula de descompresión
 18. Depósito Flash
 19. Válvula de descompresión
 20. Intercambiador de calor
35 21. Depósito de condensados
 22. Producto final
 23. Caldera de vapor
 24. Válvula de regulación
 25. Sistema de inyección de vapor al reactor
40 26. Equipo separador (de bioquímicos)
 27. Dispositivo evaporador.
 28. Válvula.

Corrientes:

- A. Fluido refrigerante I
- B. Fluido refrigerante II
- C. Flujo de calor I
- 5 D. Flujo de calor II

Realización preferente de la invención

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.

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 CO₂, 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).

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
5 aporte de condensados se realizará a través de la válvula (14) y procedente del depósito de regulación de presión (13).

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
10 permanecen unas 8 horas más hasta que su actividad térmica desciende prácticamente a cero.

Adicionalmente, se dispone de un dispositivo evaporador (27) en el cual parte del producto de la reacción procedente de la etapa de maduración (12) es calentado y evaporado de modo
15 que los gases generados son reintroducidos al reactor vertical de flujo invertido (7) a través de la válvula (28) y el sistema de inyección de vapor al reactor (25). Este dispositivo evaporador (27) comprende a su vez un sistema de aporte externo de calor (c) para mantener constante la temperatura.

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
20 través de las válvulas de descompresión (17) y (19), pasando por el depósito flash intermedio (18), obteniéndose un producto
25 constituido por una fase líquida y por partículas sólidas de biomasa carbonizada.

Para maximizar la recuperación de los productos bioquímicos obtenidos durante la fase de monomerización del proceso, los
30 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 depósito de regulación de presión (13). A su vez, los gases procedentes de dicho depósito de regulación de presión (13) son enviados al intercambiador de calor (20) o
35 al 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.

Después de la obtención del condensado de vapores y
40 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
5 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.