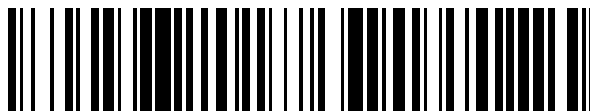


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 651**

21 Número de solicitud: 201331705

51 Int. Cl.:

C07C 37/54 (2006.01)

C07G 1/00 (2011.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

22.11.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.07.2015

Fecha de la concesión:

04.01.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

12.01.2016

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO - EUSKAL
HERRIKO UNIBERTSITATEA (UPV/EHU) (100.0%)
Barrio Sarriena, S/N
48940 Leioa (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**ERDOCIA IRIARTE, Xabier;
CORCUERA MAESO, M^a De Los Angeles y
LABIDI BOUCHRIKA, Jalel**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

54 Título: **NUEVO PROCEDIMIENTO DE DESPOLIMERIZACION DE LA LIGNINA**

57 Resumen:

Nuevo procedimiento de despolimerización de la lignina.

La invención describe un nuevo procedimiento para la despolimerización de lignina que comprende las etapas de: proporcionar un licor negro procedente del tratamiento de la deslignificación de la biomasa; concentrar dicho licor negro; someter el licor negro concentrado a tratamiento hidrotermal; añadir a la mezcla de reacción obtenida en la etapa anterior un ácido; separación del precipitado de la fase líquida resultante en la etapa anterior, y extracción a partir de la fase líquida recuperada de los productos aromáticos de despolimerización de la lignina tales como fenol, cresoles, catecol y sus derivados (3-metilcatecol, 4-metilcatecol y 4-etilcatecol).

ES 2 539 651 B1

DESCRIPCIÓN

Nuevo procedimiento de despolimerización de la lignina.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un nuevo procedimiento de despolimerización de lignina que parte de un licor negro que la contiene procedente de la deslignificación de la biomasa.

10 **Antecedentes de la invención**

Los métodos de degradación de la lignina actuales en el estado del arte son diversos y aunque emplean un amplio rango de métodos y condiciones de operación, todos poseen desventajas similares. Existen numerosos procesos que permiten la degradación de la lignina pero todos poseen algunos problemas que limitan su uso a escala industrial. Entre otras cosas, debido a una inadecuada adaptación a las necesidades industriales y/o incompatibilidad con los requisitos medioambientales cada vez más estrictos.

15 Entre estos procedimientos para la despolimerización de la lignina se pueden citar por ejemplo los siguientes: el procedimiento descrito en US 5,807,952 basado en la pirolisis; un procedimiento solvotermal descrito en US 5,959,167; procedimientos que utilizan catalizadores a base de metales de transición (US 2,220,624), un procedimiento en presencia de sales fundidas de un hidróxido de fórmula general $M(OH)_n$ o una mezcla de hidróxidos alcalino o alcalino-térreos (US 20130066116) o un procedimiento hidrotermal en el que la lignina se somete en medio básico a presión y temperatura.

20 Todos estos procedimientos de despolimerización de lignina actuales, que permiten su revalorización y la obtención de productos fenólicos de alto valor añadido presentan sin embargo desventajas, de las cuales una es común a todos; parten de la lignina sólida precipitada. La lignina sólida se obtiene a partir de biomasa en general que se somete a una etapa de pasteado, de la cual se obtiene como subproducto un licor negro (o lejía negra), al cual se le añade un ácido que ocasiona la precipitación de la lignina. El precipitado de lignina se aísla, y la lignina sólida precipitada resultante se somete a un procedimiento de despolimerización.

25 Para la precipitación de la lignina es necesario llevar a cabo una serie de etapas de proceso que alargan el procedimiento global del tratamiento de biomasa para la obtención de compuestos aromáticos. Además la precipitación de la lignina comprende el uso de elementos adicionales, como filtros y reactivos que encarecen obviamente el procedimiento en su conjunto y lo complican.

30 A la vista de lo expuesto sigue existiendo la necesidad de proporcionar un procedimiento más sencillo, eficaz y económico que resulte escalable a nivel industrial, que proporcione compuestos aromáticos con elevados rendimientos, superando al menos parte de las desventajas de los procedimientos del estado de la técnica actual.

35 **Descripción de las Figuras**

Figura 1: representación esquemática de una realización del procedimiento de obtención de un licor negro con lignina despolimerizada (9) a partir de biomasa (1) (por ejemplo: cáscara de almendra)

40 **Figura 2:** representación esquemática del tratamiento de la lignina despolimerizada (9) para obtener los productos fenólicos (18).

Figura 3: representa el cromatograma obtenido mediante análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC/MS) de aceite obtenido en el Ejemplo 1 con NaOH.

45 **Figura 4:** representa el cromatograma obtenido mediante análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC/MS) de aceite obtenido en el Ejemplo 1 con KOH.

50 **Descripción de la invención**

En un primer aspecto la invención se relaciona con un procedimiento para la despolimerización de lignina que comprende las siguientes etapas:

- (i) Proporcionar un licor negro procedente del tratamiento de la deslignificación de la biomasa;
- (ii) Concentrar dicho licor negro;
- (iii) Someter el licor negro concentrado a tratamiento hidrotermal;
- (iv) Añadir a la mezcla de reacción obtenida en la etapa anterior un ácido;
- (v) Separación del precipitado de la fase líquida resultantes en la etapa anterior; y
- (vi) Extracción a partir de la fase líquida recuperada de los productos de despolimerización de la lignina.

55 El tipo de biomasa que puede someterse a este procedimiento, en adelante procedimiento de la invención, es biomasa lignocelulósica que contiene entre otros polímeros, lignina.

60 La lignina es una macromolécula fenólica cuya estructura aún no está perfectamente elucidada. Está presente entre las paredes celulares de numerosas plantas, en concreto de la madera, a las que confieren rigidez. La biomasa utilizable en la presente invención puede derivar de la madera, residuos verdes en general, o la paja por ejemplo. En una realización particular procede de la cáscara de frutos secos, tales como la cáscara de almendra.

65 La lignina se encuentra disponible en los licores negros que resultan como subproductos de los tratamientos de deslignificación de la biomasa, por ejemplo, la que tiene lugar durante la producción de papel para obtener celulosa (pasta de papel) que genera estos subproductos también llamados lejías negras o de la producción de bioetanol de segunda generación.

La deslignificación de la biomasa es un proceso conocido en el estado de la técnica que consiste en realizar un tratamiento alcalino de la biomasa, empleando preferiblemente hidróxido sódico o hidróxido potásico en una concentración típica del 15% en peso de base con respecto al peso de disolución empleada en la deslignificación (ver Figura 1, donde (1) representa la biomasa, (2) la etapa de deslignificación). En el ejemplo de la presente invención se utiliza por ejemplo una relación de sólido a líquido de 1:10 en peso, y se lleva a cabo en autoclave a 121 °C.

El producto que se produce de la deslignificación se filtra generalmente en primer lugar con una malla metálica, y un filtro de paño a continuación para separar cualquier resto sólido de la fase líquida donde se encuentra disuelta la lignina (licor negro) (ver Figura 1, (3) donde se representa de forma esquemática esta etapa de filtrado, (5) la pasta deslignificada, y (4) el licor negro resultantes).

En la etapa (ii) el licor negro (4) se concentra mediante cualquier técnica convencional (Figura 1, (6)). En una realización particular se hace por evaporación bien a presión atmosférica o bien aplicando vacío y con temperatura, por ejemplo utilizando un rotavapor con un baño de agua. Típicamente la concentración se hace a 60 °C y vacío de 0,02MPa.

La concentración del licor negro (4) se lleva a cabo hasta reducir el volumen inicial del mismo (ver (7) en la figura 1, que representa el licor concentrado). La reducción del volumen puede ser variable. Preferiblemente debe llevarse a cabo, evitando que precipite la lignina. En una realización preferente la concentración del licor negro se lleva a cabo hasta reducir el volumen inicial a la mitad. En este sentido los inventores han observado que de este modo se obtiene un muy buen rendimiento de la despolimerización y por otro se evita un gasto excesivo de energía en concentrar aún más el licor negro lo cual lleva aparejado solo una pequeña mejora adicional del rendimiento.

El tratamiento hidrotermal al que se somete el licor negro es un tratamiento convencional bien conocido por un experto en la materia. Durante el mismo tiene lugar la despolimerización de la lignina. Esta etapa (iii) se representa en la Figura 1, mediante el elemento (8) tras la cual se obtiene (9): una mezcla de reacción. Este tratamiento se lleva generalmente a cabo en presencia de una base, a una temperatura comprendida entre 250-500 °C, y elevada presión, generalmente entre 5-30 MPa. En una realización preferente según la presente invención, el tratamiento hidrotermal se lleva a cabo a 300 °C, 9 MPa y bajo agitación continua. Durante este tratamiento la lignina se despolimeriza, y se obtiene una mezcla de reacción que contiene la lignina despolimerizada a partir de la cual es posible separar los productos obtenidos. Los tiempos de despolimerización suelen estar comprendidos entre 30 minutos y 2 horas dependiendo por ejemplo de las condiciones de despolimerización.

Para la separación de los productos obtenidos que se encuentra en la mezcla de reacción (Figura 1, (9), y Figura 2 (9)) resultante de la etapa (iii) se añade un ácido como el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico o una mezcla de ambos a la mezcla de reacción (Figura 2, (10)). Se añade en una cantidad que permite alcanzar un valor de pH de 1. A este valor de pH los inventores han observado que se logra la precipitación total de todo el residuo que se forma en la reacción de despolimerización. El pH puede ajustarse a un valor superior a 1 pero en ese caso se dificulta la extracción líquido-líquido posterior, ya que se ha observado que aparece un precipitado.

A continuación se realiza la etapa de separación del precipitado de la fase líquida, por ejemplo mediante filtración, aunque puede utilizarse cualquier otro medio de separación convencional. En una realización particular la filtración se hace empleando un filtro con un diámetro de poro de 7-12 µm. En la Figura 2, (11) representa la mezcla de reacción acidificada, (3) la etapa de filtrado, (12) el precipitado y (13) la fase líquida.

La fase líquida (13) separada en la etapa anterior se somete a una etapa de extracción de los productos de despolimerización (14). La extracción da lugar a una fase acuosa (16) y una fase orgánica (15). La extracción se hace preferentemente con acetato de etilo, ya que es el más adecuado para disolver los monómeros formados, aunque también pueden utilizarse otros disolventes orgánicos tales como dietil éter, acetato de vinilo o acetato de *n*-butilo.

El procedimiento de la invención comprende además recuperar los productos de despolimerización.

La recuperación se hace mediante las etapas de: (a) evaporar el disolvente de la fase líquida orgánica resultante de la extracción; (b) resuspender el aceite orgánico resultante de la etapa (a) en un disolvente orgánico; y (c) someter la suspensión resultante a una separación por cromatografía.

La evaporación (esquemática en (17), Figura 2) se realiza por ejemplo en un rotavapor a una temperatura típica de 50 °C y a vacío (por ejemplo a 0,02 MPa) hasta la completa eliminación del disolvente empleado en la extracción líquido-líquido. El aceite aislado resultante (sin disolvente) (18) se pesa para conocer el rendimiento y se vuelve a suspender (disolver) en el mismo disolvente empleado en la extracción, preferentemente en acetato de etilo, [pero de grado de Cromatografía Líquida de alta eficacia (HPLC)]. A continuación la suspensión se somete a una cromatografía por ejemplo una cromatografía de gases, para separar los compuestos presentes.

Estos compuestos son generalmente aromáticos y esencialmente son de la familia de los fenoles. Entre los compuestos que se pueden obtener, en forma de mezcla, se encuentran el fenol, cresoles, catecol y sus derivados (3-metilcatecol, 4-metilcatecol y 4-etilcatecol).

5 La Figura 1 representa de forma esquemática las etapas del procedimiento de la invención (i) a (iii). En (1) se sitúa la biomasa que en (2) se somete a tratamiento alcalino de deslignificación descrito anteriormente. El producto resultante se filtra en (3) dando lugar a pasta deslignificada (5), y un licor negro (4). El licor negro se concentra según la etapa (ii) del procedimiento de la invención en (6), y a continuación el licor concentrado (7) se somete a la despolimerización (etapa (iii) del procedimiento de la invención), representado en (8), para dar la mezcla de reacción representada en (9).

15 La Figura 2 representa la continuación del procedimiento donde la mezcla de reacción (9) se acidifica según la etapa (iv) del procedimiento de la invención en (10), para rendir una mezcla acidificada (11) que se somete a una etapa de filtrado (3), para dar lugar a un precipitado sólido (12) y una fase líquida (13) separados según la etapa (v) del procedimiento de la invención. La extracción líquido-líquido, etapa (vi) del procedimiento de la invención, está representada como (14) da lugar a una fase acuosa (16) y una fase orgánica (15). A partir de esta fase por ejemplo por evaporación del disolvente en (17) se obtiene un aceite con los productos de despolimerización (18).

20 El procedimiento de la invención es más económico, y más interesante desde el punto de vista medioambiental por lo mencionado anteriormente. Permite dar salida a un subproducto industrial, la leña negra, y su revalorización mediante la obtención de una mezcla de compuestos orgánicos de alto valor añadido que pueden utilizarse en numerosas industrias y aplicaciones.

25 Ejemplos

Ejemplo 1

30 Se trituraron 50 gramos de cáscara de almendra en un molino Retsch 2000 hammer mill para producir astillas de 4–6 mm libres de pequeñas piedras, polvo y tierra.

A continuación los 50 gramos de cáscara de almendra molida se introdujeron en un recipiente de 1 litro realizado en vidrio de borosilicato 3.3 de acuerdo a la norma DIN EN ISO 4796-1 junto con 500 gramos de una disolución de KOH al 15% en peso. Se realizó el proceso de deslignificación en autoclave durante 90 min, a una temperatura de 121 °C y una presión de 0,2 MPa.

35 Tras el proceso de deslignificación la mezcla de reacción se filtró en primer lugar con una malla metálica (tamaño del orificio de 2 mm) y posteriormente con un filtro de paño para separar el residuo sólido del licor negro donde estaba disuelta la lignina. Tras ello, se concentró el licor negro hasta reducir su volumen a la mitad, utilizando un rotavapor, a 60 °C en una atmósfera de vacío (0,02 MPa). Una vez que el licor se encontró concentrado, se realizó el proceso de despolimerización.

40 El proceso de despolimerización se realizó de la siguiente forma. Se introdujeron en un reactor de acero a presión 30 gramos del licor concentrado. Las condiciones fueron: 300 °C, 80 min, 9 MPa y agitación continua. Una vez realizado el proceso de despolimerización de la lignina contenida en el licor negro se procedió a la separación de productos.

45 Para ello se acidificó la mezcla de reacción obtenida tras el proceso de despolimerización con HCl hasta alcanzar un pH 1. Al realizar esta adición de ácido se produjo un precipitado (residuo) que se eliminó por filtración con un papel de filtro de un diámetro de poro de 7-12 µm. A la fase líquida, donde se encontraban los productos de despolimerización de la lignina, se le realizó una extracción líquido-líquido con acetato de etilo. Este proceso de extracción se realizó hasta que al añadir acetato de etilo no se observó ningún cambio en el color en el disolvente, esto es, no se extraían más productos de la fase acuosa. Tras dicho proceso de extracción, los productos fenólicos derivados de la lignina, se encontraban en la fase orgánica. Esta fase orgánica se sometió a un proceso de evaporación para eliminar el disolvente y aislar los productos de despolimerización de la lignina. La evaporación se realizó en un rotavapor a 50 °C y en atmósfera de vacío (0,02 MPa).

55 Una vez eliminado todo el disolvente (acetato de etilo) se finalizó la evaporación y se obtuvieron 0,337 gramos de un aceite que contenía los compuestos de despolimerización de la lignina.

A continuación se muestran los resultados concretos para el caso descrito y para el mismo caso utilizando NaOH al 15% en peso en lugar de KOH.

60 Los cálculos del aceite obtenido se han realizado respecto a tres parámetros: lignina contenida en el licor negro, materia orgánica contenida en el licor negro y respecto a la totalidad del licor negro.

65

Tabla 1. Rendimiento del aceite con los productos de despolimerización de la lignina (% en peso).

	Aceite /lignina	Aceite/materia orgánica	Aceite/ licor negro
NaOH	54,5052	12,6458	0,8612
KOH	71,0224	20,3289	1,1222

5 Los productos generados tras la despolimerización directa de la lignina han sido identificados mediante cromatografía de gases/espectroscopía de masas (GC/MS). Los compuestos más representativos y que además han sido cuantificados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Porcentaje en peso respecto al aceite de las unidades monoméricas de compuestos fenólicos obtenidos

10

Compuesto (%)	NaOH	KOH
Fenol	0,31	0,64
Cresoles	0,38	0,40
Guaiacol	0,03	0,19
Catecol	1,51	0,99
4-metilcatecol	0,20	0,23
Siringol		0,27
4-hidroxibenzaldehído		0,05
Vanillina		0,20
Acetovanillona		0,07
4-hidroxi-3-metoxi-fenilacetona		0,02
4-etilcatecol	0,23	

En la Figura 3 se muestra el cromatograma obtenido mediante GC/MS del análisis del aceite producido tras la despolimerización de la lignina con NaOH y en la Figura 4 con KOH.

15

La invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito sino abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto medio en la materia dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la despolimerización de lignina que comprende las siguientes etapas:
- (i) Proporcionar un licor negro procedente del tratamiento de la deslignificación de la biomasa;
 - (ii) Concentrar dicho licor negro;
 - (iii) Someter el licor negro concentrado a tratamiento hidrotermal;
 - (iv) Añadir a la mezcla de reacción obtenida en la etapa anterior un ácido;
 - (v) Separación del precipitado de la fase líquida resultantes en la etapa anterior; y
 - 10 (vi) Extracción a partir de la fase líquida recuperada, de los productos de despolimerización de la lignina.
2. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la concentración del licor negro se lleva a cabo hasta reducir el volumen inicial del mismo a la mitad.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la concentración se hace a 60 °C y vacío de 0,02MPa.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el tratamiento hidrotermal se lleva a cabo a 300 °C, 9 MPa y bajo agitación continua.
- 20 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el ácido que se añade en la etapa (iv) es ácido clorhídrico, ácido sulfúrico o una mezcla.
6. Procedimiento según la reivindicación 5 donde la cantidad de ácido añadida es la necesaria para ajustar el pH a 1.
- 25 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la separación del precipitado de la fase líquida se hace por filtración.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la extracción de los productos de despolimerización se hace con acetato de etilo
- 30 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además recuperar los productos de despolimerización.
- 35 10. Procedimiento según la reivindicación 9, donde la recuperación comprende llevar a cabo las siguientes etapas: (a) evaporar del disolvente de la fase líquida orgánica resultante de la extracción; (b) resuspender el aceite orgánico resultante de la etapa (a) en un disolvente orgánico; y (c) someter la suspensión a separación por cromatografía.
- 40

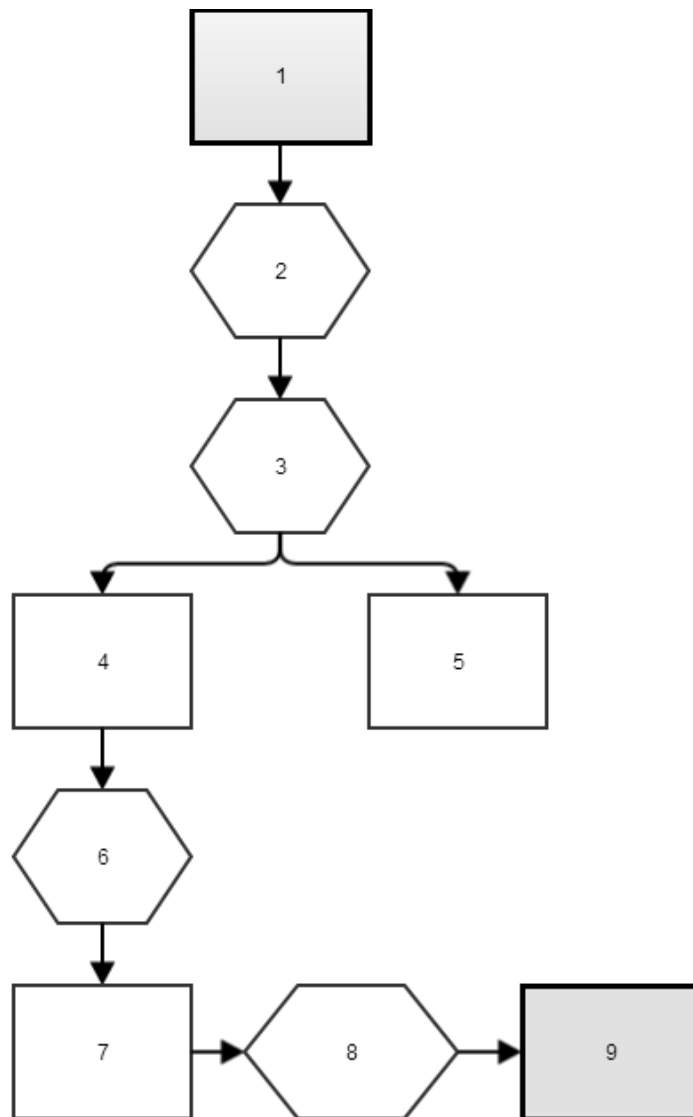


Figura 1

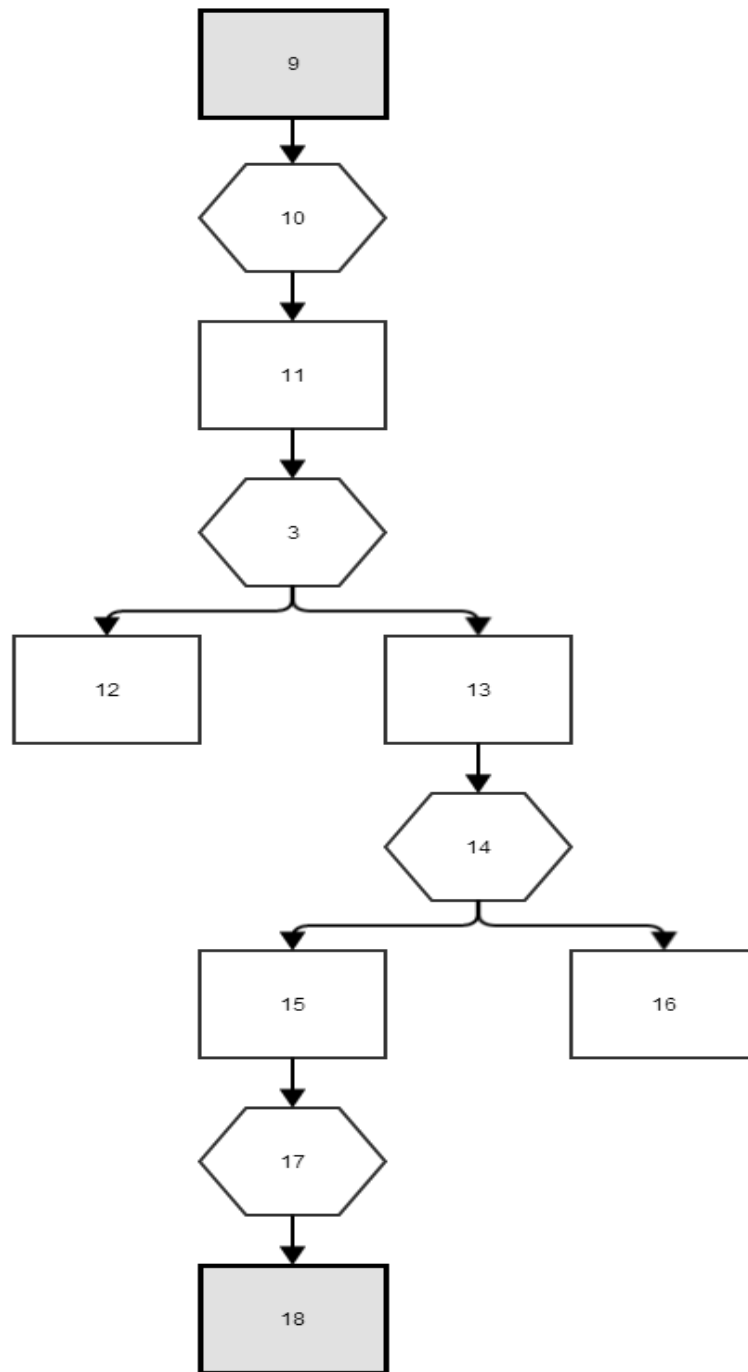


Figura 2

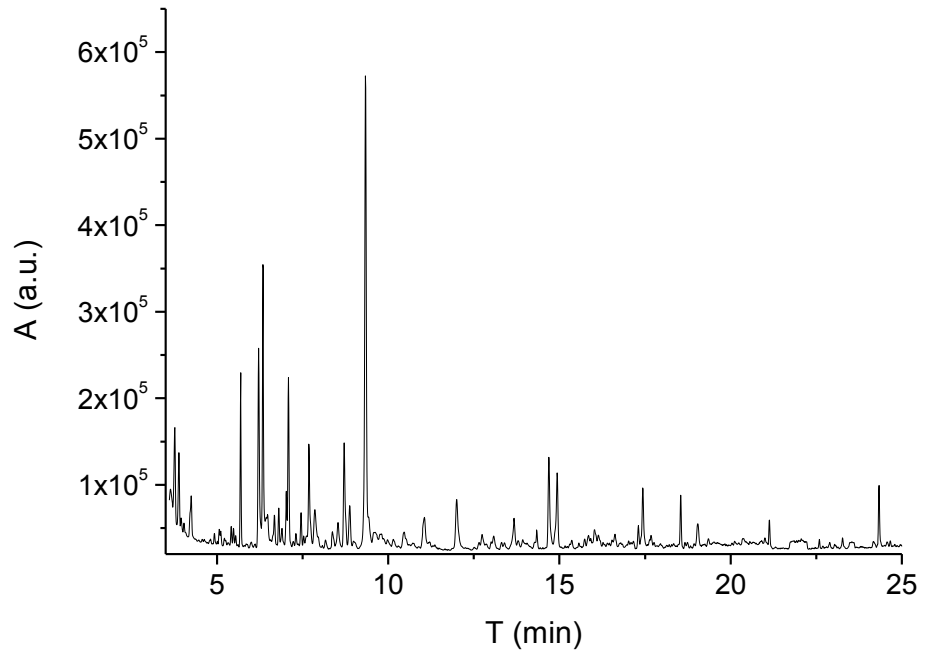


Figura 3

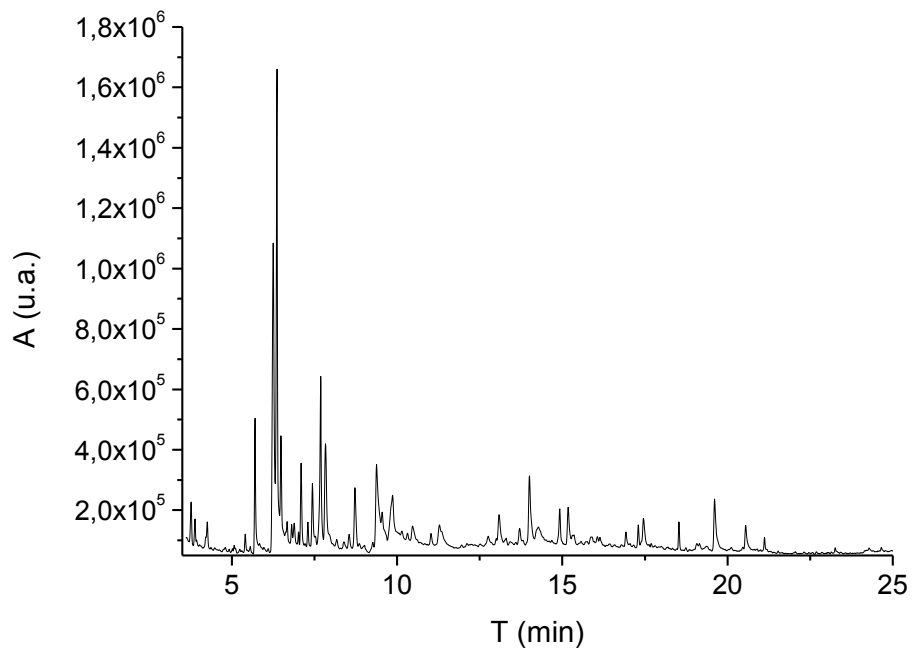


Figura 4



②① N.º solicitud: 201331705

②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.11.2013

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C07C37/54** (2006.01)
C07G1/00 (2011.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ERDOCIA, X., et al "Organosolv black liquor hydrolysis to obtain low molecular weight phenolic compounds" CHEMICAL ENGINEERING, 2012, vol. 29, puntos 1, 2.2, 2.4, 2.5 y 2.6	1, 5 y 7-10
A	TOLEDANO, A. et al "Process for olive tree pruning lignin revalorisation". Chemical Engineering Journal, 2012, vol. 193, p. 396-403. 15, punto 2	1-10
A	TOLEDANO, A. et al "Organosolv lignin depolymerization with different base catalysts", Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 2012, vol. 87, no 11, p. 1593-1599, punto "Materials and Methods"	1-10

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
11.12.2014

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

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

C07C, C07G

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, TXTUS, TXTEP, TXTGB, XPESP, HCAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.12.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-4 y 6	SI
	Reivindicaciones 1, 5 y 7-10	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 2-4 y 6	SI
	Reivindicaciones 1, 5 y 7-10	NO

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	ERDOCIA, X., et al "Organosolv black liquor hydrolysis to obtain low molecular weight phenolic compounds" CHEMICAL ENGINEERING, 2012, vol. 29, puntos 1, 2.2, 2.4, 2.5 y 2.6	2012
D02	TOLEDANO, A. et al "Process for olive tree pruning lignin revalorisation". Chemical Engineering Journal, 2012, vol. 193, p. 396-403. 15, punto 2	junio 2012
D03	TOLEDANO, A. et al "Organosolv lignin depolymerization with different base catalysts", Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 2012, vol. 87, no 11, p. 1593-1599, punto "Materials and Methods"	03.04.2012

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 para la despolimerización de lignina donde un licor negro es sometido a concentración, tratamiento hidrotermal, acidificación, separación y extracción líquido-líquido de los productos.

El documento D01 divulga un procedimiento de despolimerización de lignina a partir de licor negro y sin una etapa de precipitación de lignina, donde el licor negro se trata a alta temperatura y presión en un reactor tipo batch. (Ver pág 536, párrafo 1). En este procedimiento se concentra el licor negro calentándolo a 50°C. Posteriormente se introduce en un reactor a 300°C y agitación continua, donde tiene lugar la hidrólisis de la lignina. El licor hidrolizado se acidifica para separar la lignina residual y otros sólidos mediante precipitación. Por último el licor se somete a extracción líquido-líquido con acetato de etilo para separar los productos de la despolimerización de la lignina. (Ver puntos 2.2, 2.4, 2.5 y 2.6).

Se considera que el objeto de la invención, según se define en las reivindicaciones 1, 5 y 7-10 no es nuevo a la luz de lo divulgado en el documento D01 (art. 6.1 LP).

Por otro lado, el documento D01 ni ninguno de los documentos citados en el informe sobre el estado de la técnica revela un procedimiento para la despolimerización de lignina a partir de licor negro, con las condiciones de operación que se recogen en las reivindicaciones dependientes 2-4 y 6, las cuales dan lugar a un proceso de despolimerización de lignina mejorado.

En consecuencia, se considera que la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 2-4 y 6 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva, según lo establecido en los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes.