

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 375**

51 Int. Cl.:

C07D 307/46 (2006.01)

C07D 307/68 (2006.01)

C07D 307/71 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2014 PCT/US2014/020482**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14158838**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2014 E 14773033 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 2970170**

54 Título: **Proceso para fabricación de ácido 2,5-furandicarboxílico**

30 Prioridad:

14.03.2013 US 201361782589 P

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

12.04.2018

73 Titular/es:

**ARCHER DANIELS MIDLAND COMPANY (100.0%)
4666 Faries Parkway
Decatur, IL 62526, US**

72 Inventor/es:

SANBORN, ALEXANDRA

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 663 375 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

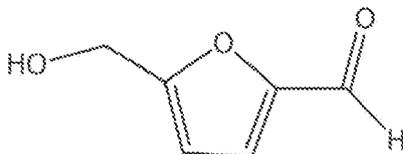
DESCRIPCIÓN

Proceso para fabricación de ácido 2,5-furandicarboxílico

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 El uso de productos naturales como materias primas para la fabricación de diversos productos químicos y combustibles en gran escala que se fabrican actualmente a partir de materias primas basadas en petróleo o combustibles fósiles, o para la fabricación de equivalentes basados en biomasa o análogos de los mismos, se ha convertido en un área de importancia creciente. Por ejemplo, se han llevado a cabo muchas investigaciones acerca de la conversión de productos naturales en combustibles, como una alternativa más limpia y, evidentemente, más sostenible a las fuentes de energía basadas en combustibles fósiles.

15 Materias primas agrícolas tales como almidón, celulosa, sacarosa o inulina son materiales de partida baratos y renovables para la fabricación de hexosas, tales como glucosa y fructosa. A su vez, se ha apreciado desde hace mucho tiempo que la glucosa y otras hexosas, en particular fructosa, pueden convertirse en otros materiales útiles, tales como 2-hidroximetil-5-furfuraldehído, conocido también como 5-hidroximetilfurfural o simplemente hidroximetilfurfural (HMF):



20 Hidroximetilfurfural

La indudable abundancia de carbohidratos de la biomasa disponibles proporciona una base evidente de recursos renovables para el desarrollo de productos químicos comerciales y combustibles basados en HMF. Por ejemplo, la patente US No. 7.385.081, expedida en junio de 2008 a Gong, estima, v.g., que, de los aproximadamente 200.000 millones de toneladas de biomasa producidos anualmente, 95% se encontraba en forma de carbohidratos, y sólo 3 a 4% de los carbohidratos totales se utilizaron entonces para alimentos y otros fines.

25 Teniendo en cuenta esto, y debido a las diversas funcionalidades del HMF, se ha propuesto que el HMF que puede obtenerse así a partir de hexosas tales como fructosa y glucosa, podría utilizarse para producir una amplia gama de productos derivados de recursos renovables, tales como polímeros, disolventes, surfactantes, productos farmacéuticos, y agentes fitosanitarios. A este respecto, el HMF ha sido propuesto como material de partida o producto intermedio en la síntesis de una gran diversidad de compuestos, tales como dialcoholes furfúricos, dialdehídos, ésteres, éteres, haluros y ácidos carboxílicos.

35 Cierta número de productos debatidos en la bibliografía se derivan de la oxidación de HMF. Entre ellos se incluyen ácido hidroximetilfuranocarboxílico (HMFCa), ácido formilfuranocarboxílico (FFCA), ácido 2,5-furandicarboxílico (FDCA, conocido también como ácido deshidromúico), y diformilfuran (DFF). De éstos, FDCA ha sido propuesto como sustituto renovable basado en biomasa para la producción de polímeros poliéster fabricados al nivel de multi-megatonnes tales como poli(tereftalato de etileno) o poli(tereftalato de butileno). Derivados tales como FDCA pueden producirse a partir de 2,5-dihidroximetilfuran y 2,5-bis(hidroximetil)tetrahidrofuran y utilizarse para fabricar polímeros de poliésteres. Los ésteres de FDCA han sido evaluados también recientemente como sustitutos de plastificantes de ftalato para PVC, véanse, v.g., WO 2011/023491A1 y WO 2011/023590A1, asignados ambos a Evonik Oxeno GmbH, así como R.D. Sanderson et al., Journal of Appl. Pol. Sci. 1994, vol. 53, pp. 1785-1793.

45 Si bien FDCA y sus derivados han atraído recientemente mucho interés comercial, siendo identificado FDCA, por ejemplo, por el Departamento de Energía de los Estados Unidos en un estudio de 2004 como uno de los 12 productos químicos prioritarios para el establecimiento de la industria química "verde" del futuro, el potencial de FDCA (debido a su semejanza estructural con el ácido tereftálico) para ser utilizado en la fabricación de poliésteres fue reconocido al menos tan pronto como en 1946, véase GB 621,971 otorgado a Drewitt et al, "Improvements in Polymer".

50 Lamentablemente, si bien HMF y sus derivados basados en oxidación tales como FDCA han sido considerados por tanto desde hace mucho tiempo como materias primas, compuestos intermedios y productos finales prometedores basados en biomasa para una diversidad de aplicaciones, los procesos viables a escala comercial han resultado evasivos. Métodos de deshidratación basados en ácidos para fabricación de HMF se conocen desde hace mucho tiempo, siendo utilizados al menos desde 1895 para preparar HMF a partir de levulosa (Dull, Chem. Ztg., 19, 216) y de sacarosa (Kiermayer, Chem. Ztg., 19, 1003). Sin embargo, estas síntesis iniciales no eran métodos prácticos para producir HMF debido a la baja conversión del material de partida en producto. Se han utilizado ácidos inorgánicos

baratos tales como H_2SO_4 , H_3PO_4 , y HCl, pero éstos se utilizan en solución y son difíciles de reciclar. A fin de evitar los problemas de regeneración y eliminación, se han utilizado también como catalizadores ácidos sulfónicos sólidos. Las resinas de ácidos sólidos no han resultado totalmente satisfactorias como alternativas, sin embargo, debido a la formación de polímeros de humina desactivadores en la superficie de las resinas.

En los métodos de deshidratación basados en ácidos, surgen complicaciones adicionales por la rehidratación del HMF, que da lugar a subproductos tales como los ácidos levulínico y fórmico. Otra reacción secundaria indeseable incluye la polimerización de HMF y/o fructosa que da como resultado polímeros de humina, que son productos residuales sólidos y actúan como venenos del catalizador cuando se emplean catalizadores sólidos de ácidos resínicos, como acaba de mencionarse. Complicaciones adicionales pueden surgir como resultado de la selección del disolvente. El agua está disponible fácilmente y disuelve la fructosa, pero lamentablemente, la baja selectividad y la formación de polímeros y humina aumenta en condiciones acuosas.

La consecución de una producción comercial económica de HMF se ha visto dificultada también por la inestabilidad comparativa y la tendencia a degradarse del HMF. Un enfoque que se ha considerado ha sido, o bien formar derivados de HMF más estables y que se separan fácilmente, por ejemplo, derivados éster y éter de HMF, o retirar rápidamente el HMF de la exposición a aquellas condiciones, por ejemplo, condiciones ácidas, tendentes a contribuir a su degradación.

Un ejemplo del primer enfoque puede encontrarse en US 2009/0158841 por Sanborn et al., en el cual se proporciona un método de producción de HMF sustancialmente puro y ésteres de HMF a partir de una fuente de carbohidratos por contacto de la fuente de carbohidratos con un catalizador en fase sólida; "sustancialmente puro" se definía como concerniente a una pureza del HMF de aproximadamente 70% o mayor, opcionalmente alrededor de 80% o mayor, o aproximadamente 90% o mayor.

Un ejemplo del último enfoque puede encontrarse en WO 2009/012445 por Dignan et al., en donde se propone la producción de HMF por mezcla o agitación de una solución acuosa de fructosa y un catalizador de ácido inorgánico con un disolvente orgánico inmiscible con el agua para formar una emulsión de las fases acuosa y orgánica, seguida de calentamiento de la emulsión en un reactor de flujo continuo a presiones elevadas, dejando luego tiempo para que las fases acuosa y orgánica se separen. El HMF está presente en las fases acuosa y orgánica en cantidades aproximadamente iguales, y se separa de ambas, por ejemplo, por evaporación a vacío y destilación a vacío de la fase orgánica y por paso de la fase acuosa a través de una resina cambiadora de iones. La fructosa residual queda en la fase acuosa. Se recomiendan niveles elevados de fructosa para la fase acuosa inicial, a fin de utilizar cantidades relativamente menores de disolvente en relación con la cantidad de fructosa que reacciona.

En la Solicitud del Tratado de Cooperación de Patentes No. PCT/US12/66708, para "Process for Making HMF and HMF Derivatives from Sugars, with Recovery of Unreacted Sugars Suitable for Direct Fermentation to Ethanol", publicada ahora como WO 2013106136 ("WO '136"), cedida al mismo cesionario, los autores de la presente invención describían un proceso para fabricación de HMF o derivados de HMF (v.g., los derivados éster o éter) a partir de una solución acuosa de azúcares hexosa en el cual, conforme a ciertas realizaciones, el paso de deshidratación catalizada por ácido se conduce con calentamiento rápido de la solución acuosa de hexosas desde la temperatura ambiente a la temperatura de reacción, y con enfriamiento rápido de la mezcla de azúcares no convertida en HMF y/o derivados de HMF antes de la separación de un producto de azúcares residuales listo para fermentación del producto HMF y/o derivado de HMF. Adicionalmente, el tiempo entre el momento en que se introduce la solución acuosa de hexosas en un reactor y aquél en el que los productos HMF y/o éter de HMF comienzan a enfriarse está preferiblemente limitado.

Por la aceptación de una conversión por paso en HMF limitada, se limita la exposición global del HMF que se forma a partir de cualquier solución acuosa de hexosa dada a condiciones ácidas y temperatura elevada, y se produce preferiblemente una cantidad pequeña a nula de subproductos indeseables o inutilizables tales como huminas, que requieren tratamiento de los residuos. La separación y recuperación de los productos se simplifica y los niveles de HMF y otros productos de deshidratación de las hexosas que se sabe inhiben la producción de etanol por fermentación se reducen en el producto de azúcares residuales a una proporción en la cual el producto de azúcares residuales puede utilizarse directamente para la fermentación etanólica *si se desea*. Los procesos conducidos como se ha descrito se caracterizaban por cantidades de azúcares muy altas y eficiencias de conversión elevadas, apreciándose pérdidas de azúcares muy bajas.

En fecha aún más reciente, en la Solicitud del Tratado de Cooperación de Patentes No. PCT/US2014/18186 para "Process for Making HMF from Sugars with Reduced Byproduct Formation, and Improved Stability HMF Compositions" (la "Solicitud WO '186"), cedida al mismo cesionario, se ofrecen mejoras adicionales para abordar algunas de las dificultades que se han encontrado en el intento de fabricar HMF en escala comercial, especialmente a partir de azúcares hexosa comunes por molienda húmeda o seca de cereales o de la fracción de celulosa de una biomasa lignocelulósica, por ejemplo. En particular, si bien WO '136 se refiere a la limitación de la exposición de HMF a condiciones ácidas y temperatura elevada, en la Solicitud WO '186 los autores de la invención encontraron que la oxidación, incluyendo especialmente la auto-oxidación, de HMF juega también un papel no apreciado hasta ahora en su degradación. Como consecuencia, en la solicitud WO '186 se contemplan diversos procesos en los

5 cuales uno o más azúcares hexosa se deshidratan en un ambiente pobre en oxígeno con degradación reducida del producto/material de alimentación HMF deseado para fabricación de FDCA u otros productos de oxidación a partir de HMF. Como ejemplo, en una realización, un proceso de producción de HMF según WO '136 puede conducirse en un ambiente pobre en oxígeno, antes de utilizar el HMF (o derivado de HMF) como materia prima en un proceso de oxidación para fabricación de FDCA.

10 A este respecto, y a pesar de los numerosos retos con que se enfrentan aquéllos que buscan un proceso comercialmente viable para fabricación de HMF – dado que la producción en gran escala de una materia prima de HMF adecuada no ha sido conseguida hasta ahora - sin embargo, reconociendo el interés comercial en FDCA, se han descrito numerosos procesos para producción de FDCA a partir de HMF en la bibliografía técnica y de patentes.

15 Varias referencias describen procesos para la oxidación de HMF o derivados de HMF en un proceso del tipo de Medios de Siglo o un proceso del tipo de Medios de Siglo ligeramente modificado, véanse, por ejemplo, las Publicaciones de Solicitud de Patente US No. 2012/0059178 A1 a Sanborn y 2012/0271060 a Muñoz de Diego et al. (describiéndose varias referencias anteriores semejantes en cada una de estas publicaciones).

20 La Solicitud del Tratado de Cooperación de Patentes No. PCT/US2012/052600 para "Spray Oxidation Process for Producing 2,5-Furandicarboxylic Acid from Hydroxymethylfurfural", publicada ahora como WO 2013033058 ("WO 058"), es también ilustrativa en la descripción del uso del catalizador homogéneo Co/Mn/Br de Medios de Siglo para oxidación de HMF a FDCA en un proceso de pulverización-oxidación, pero es notable también por el descubrimiento de que, en el contexto de dicho proceso de pulverización-oxidación una mezcla bruta de productos de deshidratación procedente de una deshidratación convencional con ácido podría solubilizarse directamente en un disolvente para el catalizador (siendo preferido ácido acético), pulverizarse en el reactor y oxidarse con recuperación subsiguiente del producto FDCA con un rendimiento inesperadamente alto. Por consiguiente, se contempla un proceso continuo integrado en el cual el HMF no precisa ser aislado, purificado o derivatizado para evitar su degradación antes de su conversión en FDCA por oxidación, aunque, como se ha indicado arriba en US 2009/0156841 por Sanborn et al. los derivados acetato-éster de HMF (formados in situ por combinación con el disolvente ácido acético) se oxidan fácilmente para producir FDCA, en presencia de los catalizadores CoMnBr.

30 Si bien puede verse por tanto que los descubrimientos de WO '136, WO '186 y WO '058 proporcionan individualmente y/o en combinación mejoras importantes en el enfrentamiento a un impedimento que persiste desde hace largo tiempo en la realización comercial de procesos para fabricación de HMF y para la producción del producto FDCA de oxidación de HMF - a saber, la inestabilidad y tendencia del HMF a degradarse - a pesar de ello todos los procesos del tipo de Medios de Siglo, sin embargo, utilizan un disolvente orgánico de algún tipo, que (dadas las cantidades utilizadas) tiene que recuperarse y reciclarse; el uso, recuperación y reciclamiento de un disolvente orgánico tal como ácido acético aumenta significativamente el coste del proceso global.

40 Se han propuesto otros procesos para convertir HMF en FDCA, con inclusión de procesos que utilizan diferentes catalizadores heterogéneos para la oxidación de HMF a FDCA, pero estos diversos métodos catalizados heterogéneamente tienen también sus inconvenientes - por ejemplo, largos tiempos de reacción para conversiones y rendimientos razonables, concentraciones de sustrato muy diluidas, ratios catalizador-a-sustrato altas, un contenido elevado de metales caros tales como oro y platino, dificultad en la recuperación del metal costoso para su reutilización, generación de residuos importantes en el tratamiento del catalizador, dificultad en la separación de FDCA del catalizador heterogéneo, etc.

45 Por consiguiente, sería sumamente deseable poder disponer de un proceso en el cual pudiera utilizarse un catalizador metálico mucho más económico para la catálisis homogénea de la oxidación de HMF a FDCA en agua sola, por lo cual pudiera evitarse el coste asociado con el uso, recuperación y reciclamiento de un disolvente orgánico en los procesos del tipo de Medios de Siglo catalizados homogéneamente previamente conocidos, junto con los inconvenientes antes mencionados de los métodos de catálisis heterogénea.

SUMARIO DE LA INVENCION

55 Conforme a lo anterior, la presente invención concierne en un aspecto a un proceso para convertir HMF en FDCA, en el cual: se disuelve cierta cantidad de HMF en agua; la solución acuosa que contiene HMF se combina con una fuente de oxígeno en presencia de un catalizador homogéneo de sal metálica soluble en agua y en condiciones que son eficaces para oxidar el HMF a fin de formar FDCA en presencia del catalizador, pero en ausencia de cualquier disolvente distinto del agua; y el producto FDCA se separa por precipitación y se recupera.

60 En otro aspecto, la presente invención concierne a un proceso para convertir una alimentación acuosa que contiene uno o más azúcares de seis carbonos en FDCA, en el cual la alimentación acuosa se deshidrata para dar una mezcla bruta de productos de deshidratación que incluye HMF en presencia de un catalizador ácido, después de lo cual la mezcla bruta de productos de deshidratación se combina con una fuente de oxígeno en presencia de un catalizador homogéneo de sal metálica soluble en agua y en condiciones que son eficaces para oxidar el HMF a fin de formar FDCA, en presencia del catalizador, pero en ausencia de cualquier disolvente distinto del agua; y el

producto FDCA así formado se separa por precipitación y se recupera. En ciertas realizaciones, el catalizador homogéneo de sal metálica es un catalizador de bromuro de cobalto.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

5 Un proceso preferido de la presente invención según cualquiera de los aspectos incluye oxidar HMF en agua en presencia de un catalizador homogéneo de sal metálica que está disuelto en el agua, y separar luego el producto FDCA poco soluble en agua del catalizador por precipitación seguida de filtración.

10 En general, el HMF y el catalizador de sal metálica pueden combinarse en agua en cualquier orden particular, sin limitación. Así, por ejemplo, el catalizador puede añadirse a una solución acuosa de HMF. Éste será el medio más conveniente de realización de la combinación en un proceso integrado conforme al segundo aspecto, en el cual se emplea un paso previo de deshidratación catalizada por ácido para convertir una alimentación acuosa que contiene uno o más azúcares de seis carbonos en una mezcla bruta de productos de deshidratación que incluye HMF. El
15 paso previo de deshidratación catalizada por ácido puede llevarse a cabo por cualquiera de los métodos a que se ha hecho referencia descritos anteriormente o por cualquier otro método conocido para realización de esta transformación, pero métodos preferidos emplearán un catalizador de ácido sólido y/o se llevarán a cabo utilizando la doctrina de los documentos WO '136 o WO '186 de los autores de la presente invención para producir una mezcla bruta de productos de deshidratación, al tiempo que se reduce la exposición del HMF contenido en ella a las
20 condiciones (que incluyen condiciones ácidas y especialmente condiciones ácidas a temperaturas elevadas, así como oxígeno (como se muestra en WO '186) antes del paso de oxidación subsiguiente) que pueden contribuir a la degradación de HMF antes de su conversión en FDCA por el paso de oxidación subsiguiente.

25 En otras realizaciones, por ejemplo, en las cuales el HMF se ha producido previamente por separado y/o en las cuales se utiliza un paso intermedio de purificación o aislamiento del HMF en un proceso integrado después de un paso de deshidratación catalizada por ácido, el HMF y el catalizador de sal metálica pueden disolverse simultáneamente en agua; se entenderá que una realización de este tipo es consistente con los pasos resumidos del proceso arriba indicados. En otra realización, el HMF se añade a agua en la cual está disuelto ya el catalizador de sal metálica.

30 La fuente de oxígeno puede ser cualquier material que aporte oxígeno para la oxidación del HMF a fin de formar productos de oxidación de HMF que incluyen FDCA, por ejemplo, aire, aire enriquecido en oxígeno, u oxígeno. La fuente de oxígeno puede hacerse borbotear en la solución acuosa que contiene el HMF y el catalizador de sal metálica, o como se muestra en el ejemplo que sigue, puede añadirse a un reactor que contiene la solución acuosa
35 como un gas presurizado.

La concentración de HMF en la solución acuosa no precisa estar limitada, como en la práctica de los procesos catalizados heterogéneamente, para mantener una baja concentración de FDCA en la solución acuosa y evitar que el producto FDCA se separe por precipitación, complicando con ello la separación del catalizador heterogéneo.
40 Asimismo, no es necesaria base alguna para la utilización de tales concentraciones mayores de la alimentación de HMF a fin de formar las sales carboxilato de FDCA más fácilmente solubles, dado que el proceso de la presente invención aprovecha la ventaja de la naturaleza poco soluble en agua del producto final deseado FDCA para separar el producto FDCA del catalizador de sal metálica que queda todavía en la solución acuosa.

45 Pueden utilizarse una diversidad de catalizadores de sal metálica, por ejemplo, las sales solubles en agua de cobalto, manganeso, cerio y circonio, especialmente las sales acetato, carbonato y haluro (y particularmente bromuro) de estos metales. Un catalizador preferido es bromuro de cobalto. El catalizador de bromuro de cobalto es considerablemente menos costoso que los catalizadores heterogéneos de platino, oro y rutenio de las varias referencias resumidas anteriormente, y como catalizador homogéneo está más fácilmente disponible para las
50 sustancias reaccionantes, permitiendo la utilización de una ratio catalizador-a-sustrato muy reducida con tiempos de reacción razonables para alcanzar una conversión aceptable de la sustancia reaccionante HMF y al menos cierto rendimiento aceptable del producto FDCA deseado.

Típicamente, la temperatura de reacción será de 80 a 180 °C, utilizando oxígeno para presurizar el reactor desde 2,1 MPa manométricos (300 psig) a 6,9 MPa manométricos (1000 psig), o la utilización de presiones correspondientes de aire enriquecido en oxígeno o aire a fin de proporcionar un suministro equivalente de oxígeno para la reacción. Para un contenido de bromuro de cobalto de 0,1 a 1,0% molar (con relación al sustrato HMF), puede esperarse que
55 tiempos de reacción del orden de 1 hora a 10 horas proporcionen un rendimiento de al menos 30% de FDCA. Preferiblemente, con optimización, se alcanzarán rendimientos de al menos 35% de FDCA, y más preferiblemente, al menos 40%. Es de esperar una conversión cuantitativa a cuasi-cuantitativa del HMF, con una vida del catalizador satisfactoria a excelente.

La presente invención se ilustra adicionalmente por el ejemplo siguiente no limitante:

65 Ejemplo 1

ES 2 663 375 T3

Se introdujo HMF destilado (5 g, pureza 92%) en una vasija de reacción de acero inoxidable provista de agitación, Serie MC, de 100 ml (Pressure Products Industries, Warmister, PA), y se añadieron bromuro de cobalto (II) anhidro (28,8 mg) y agua (50 g). El reactor se cargó con oxígeno a 2,1 MPa (300 psi) y se aumentó la presión hasta 4.6 MPa (650 psi) al cabo de 50 minutos. La temperatura aumentó desde el valor ambiente a una temperatura de reacción de 100°C, y después de 0,5 horas a 100°C, la temperatura de reacción se aumentó desde 100 a 115°C. La temperatura se mantuvo a aproximadamente 115-117°C con una presión de oxígeno de 4,2 MPa (600 psi) durante 1,5 horas más, pasado cuyo tiempo la mezcla de reacción se dejó enfriar y la reacción se mantuvo en atmósfera de oxígeno a la temperatura ambiente durante 15 horas. Se extrajeron regularmente muestras con los sólidos separados (retenidos) por filtración a vacío. La conversión del HMF se confirmó por cromatografía de gases/espectroscopía de masas, cromatografía líquida de alta resolución y/o resonancia magnética nuclear ¹H. El sólido separado por precipitación se identificó por GC/FID como FDCA prácticamente puro.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para convertir HMF en FDCA, que comprende:
- 5 proporcionar una solución acuosa que comprende HMF;
combinar la solución acuosa que comprende HMF con una fuente de oxígeno en presencia de un
catalizador homogéneo de sal metálica, pero en ausencia de cualquier disolvente para el HMF y el
catalizador homogéneo de sal metálica distinto del agua, y en condiciones que son eficaces para
10 oxidar el HMF en presencia del catalizador a fin de formar FDCA; y
recuperar el precipitado de FDCA.
2. Un proceso según la reivindicación 1, en el cual el catalizador homogéneo de sal metálica se selecciona del
grupo constituido por las sales acetato, carbonato y haluro de cualquiera de cobalto, manganeso, cerio y circonio.
- 15 3. Un proceso según la reivindicación 2, en el cual el catalizador es bromuro de cobalto.
4. Un proceso según la reivindicación 1, en el cual la solución acuosa que comprende HMF se produce por
deshidratación de una alimentación acuosa que incluye uno o más azúcares de seis carbonos en presencia de un
catalizador ácido para producir una mezcla bruta de productos de deshidratación que comprende HMF, y por
20 utilización de la mezcla bruta de productos de deshidratación directamente como la solución acuosa de alimentación
al paso de oxidación subsiguiente.