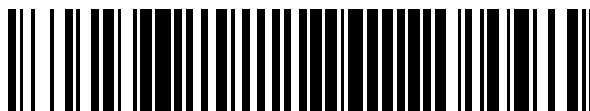


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 537**

51 Int. Cl.:

C07C 51/00 (2006.01)
C07C 67/00 (2006.01)
C07C 67/44 (2006.01)
C07C 69/68 (2006.01)
C07C 69/732 (2006.01)
C07C 59/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2009 E 09013782 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2013 EP 2184270**

54 Título: **Preparación catalizada por zeolita de compuestos de ácidos alfa-hidroxicarboxílicos y ésteres de los mismos**

30 Prioridad:

11.11.2008 DK 200801556
19.06.2009 DK 200900757

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2013

73 Titular/es:

HALDOR TOPSOE A/S (100.0%)
NYMOLLEVEJ 55
2800 KGS. LYNGBY, DK

72 Inventor/es:

TAARNING, ESBEN;
SHUNMUGAVEL, SARAVANAMURUGAN y
SPANGSBERG HOLM, MARTIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

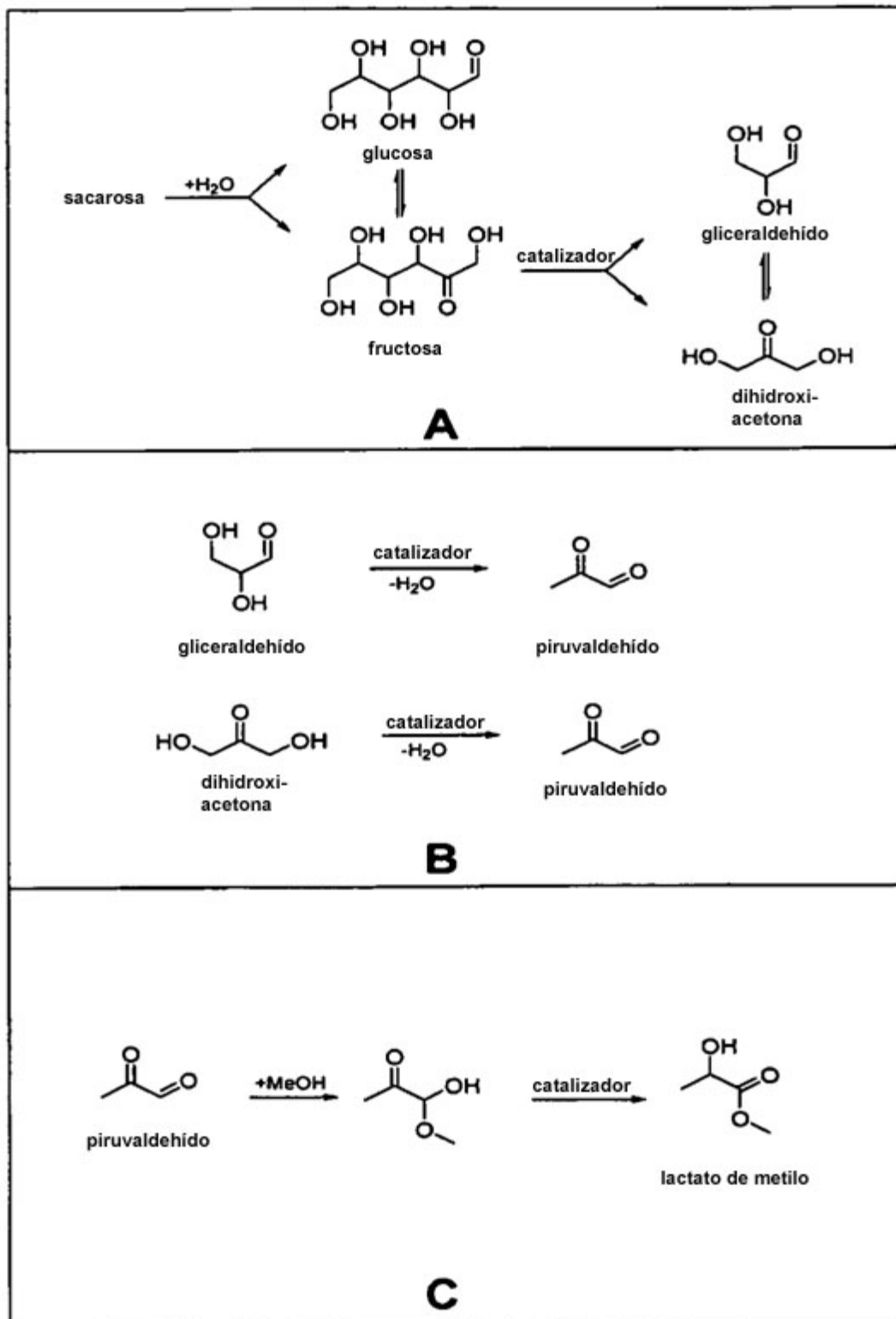
ES 2 401 537 T3

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

Preparación catalizada por zeolita de compuestos de ácidos alfa-hidroxicarboxílicos y ésteres de los mismos.

- 5 La presente invención se refiere a la preparación de compuestos de ácidos α -hidroxicarboxílicos por conversión catalítica de carbohidratos y material de tipo carbohidrato. En particular, la invención es un procedimiento para la preparación de compuestos de ácido láctico como producto principal y ácido 2-hidroxi-3-butenóico como subproducto valioso de glucosa, fructosa, sacarosa, xilosa o glicolaldehído en presencia de una zeolita de ácido de Lewis sólida.
- 10 El ácido láctico es un producto químico importante que se usa para producción de polímeros y disolventes biodegradables. La producción industrial de ácido láctico se basa en la fermentación anaerobia de glucosa y sacarosa usando fermentación microbiana. Las principales complicaciones asociadas a este procedimiento son la necesidad de neutralizar ácido láctico con una cantidad estequiométrica de base durante el procedimiento de fermentación y el tratamiento final de alto consumo energético de ácido láctico del caldo de fermentación acuoso.
- 15 La solicitud de patente china nº 101270043 desvela la preparación de ácido láctico por hidrólisis de glucosa en presencia de un catalizador de tamiz molecular del tipo ZRP o ZSM-5 con la estructura MFI.
- 20 La solicitud de patente japonesa nº 2008120796 menciona el tratamiento por calor de un material que contiene carbohidrato en un disolvente acuoso que contiene alcohol en presencia de una sal de metal del Grupo III para obtener ácido láctico y/o lactato.
- 25 Ahora se ha encontrado que las zeolitas de ácido de Lewis tales como Sn-Beta muestran sorprendentemente alta actividad y selectividad para la conversión de carbohidratos o compuestos de tipo carbohidrato tales como sacarosa, glucosa, fructosa, xilosa y glicolaldehído en ésteres de ácido láctico y ácido 2-hidroxi-3-butenóico según el siguiente esquema de reacción:



Parte A: hidrólisis de sacarosa y fragmentación para formar azúcares triosa (dihidroxiacetona y gliceraldehído). Parte B: deshidratación de los azúcares triosa para formar metilglioxal. Parte C: adición de metanol a metilglioxal para formar un hemiacetal seguido por isomerización rédox del hemiacetal para producir lactato de metilo.

5

Conforme al hallazgo anterior esta invención es un procedimiento para la producción de ácido láctico y ácido 2-hidroxi-3-butenico o ésteres de los mismos por conversión de glucosa, fructosa, sacarosa, xilosa o glicolaldehído disuelto en un disolvente en presencia de un catalizador de ácido de Lewis sólido, en el que el catalizador es un

material zeotipo con propiedades de ácido de Lewis que contiene metales tetravalentes seleccionados de Sn, Pb, Ge, Ti, Zr y/o Hf incorporados en la estructura.

5 El material zeotipo tiene preferiblemente una estructura tipo BEA, MFI, MEL, MTW, MOR, LTL o FAU, tal como zeolita beta y ZSM-5. Más catalizadores útiles son materiales amorfos mesoporosos de ácido de Lewis, preferiblemente con la estructura tipo MCM-41 o SBA-15.

10 Se preparan ácido láctico y ácido 2-hidroxi-3-butenóico en una disolución acuosa de los azúcares que contienen el catalizador. Cuando los productos deseados son los ésteres de los ácidos, el disolvente es un alcohol, tal como metanol y etanol, opcionalmente incorporado con un disolvente secundario.

El disolvente secundario puede ser agua, dimetilsulfóxido o un disolvente hidrocarbonado.

15 Se pueden preparar ésteres superiores de ácido láctico y ácido 2-hidroxi-3-butenóico mediante el uso de alcoholes superiores como disolvente. Por ejemplo, se preparan lactato de etilo y 2-hidroxi-3-butenato de etilo usando etanol y/o una mezcla de etanol y un disolvente secundario, tal como agua en el caso de etanol al 96%. De manera similar, se preparan ésteres i-propílicos cuando se usa 2-propanol como disolvente y los ésteres n-butílicos se preparan mediante el uso de 1-butanol como disolvente.

20 Las reacciones anteriores según la invención se pueden llevar a cabo en un reactor discontinuo o de flujo a temperaturas en el intervalo de 50-300°C, preferiblemente 100-220°C y lo más preferido entre 140 y 200°C.

Ejemplos

25 Los Ejemplos 1-5 ilustran un procedimiento para la conversión de sacarosa, glucosa, fructosa, xilosa y glicolaldehído en metanol para formar lactato de metilo y 2-hidroxi-3-butenato de metilo usando Sn-BEA como catalizador.

Ejemplo 1

30 Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2250 g de sacarosa (0,6576 mmol), 121,3 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,2 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC (por sus siglas en inglés) de la mezcla de reacción muestra que se forman 1,74 mmoles de lactato de metilo (66%) junto con 0,022 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (1%).

Ejemplo 2

40 Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2251 g de glucosa (1,250 mmol), 119,3 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,3 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 1,02 mmoles de lactato de metilo (41%) junto con 0,051 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (3%).

Ejemplo 3

50 Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2251 g de fructosa (1,250 mmol), 120,0 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 162,0 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 1,07 mmoles de lactato de metilo (43%) junto con 0,068 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (4%).

Ejemplo 4

60 Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2251 g de xilosa (1,500 mmol), 121,8 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,0 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,75 mmoles de lactato de metilo (30%) junto con 0,049 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (3%).

65

Ejemplo 5

- Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2254 g de glicolaldehído (3,755 mmol), 119,5 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,0 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,40 mmoles de lactato de metilo (16%) junto con 0,47 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (25%).
- Los Ejemplos 6-9 ilustran el uso de diferentes catalizadores de ácido de Lewis en un procedimiento para la conversión de sacarosa en metanol para formar lactato de metilo y 2-hidroxi-3-butenato de metilo.

Ejemplo 6

- Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2251 g de sacarosa (0,6575 mmol), 121,0 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,0 mg de Sn-MFI (preparado según el método A en Mal et al, Micro. Mater., 12, 1.997, 331-340). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,973 mmoles de lactato de metilo (37%) junto con 0,006 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (0,3%).

Ejemplo 7

- Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2247 g de sacarosa (0,6564 mmol), 111,5 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 165,1 mg de Sn-SBA-15 (preparado según Micro. Meso. Mater., 112, 2.008, 97 usando $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ como fuente de estaño). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 24 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,55 mmoles de lactato de metilo (21%) junto con 0,002 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (0,1 %).

Ejemplo 8

- Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2261 g de sacarosa (0,6605 mmol), 118,3 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,2 mg de Zr-BEA (preparado según Chem Commun, 2.003, 2.734). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,977 mmoles de lactato de metilo (37%) junto con 0,036 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (2%).

Ejemplo 9

- Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2255 g de sacarosa (0,6587 mmol), 120,0 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 163,0 mg de Ti-BEA (preparado según Blasco et al., Chem Commun, 1.996, 2.367-2.368). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,922 mmoles de lactato de metilo (35%) junto con 0,028 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (1,4%).
- Los Ejemplos 10-14 ilustran un procedimiento para la conversión de sacarosa en diferentes disolventes usando Sn-BEA como catalizador.

Ejemplo 10

- Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de agua, 0,2256 g de sacarosa (0,6590 mmol) y 160,7 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis HPLC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,791 mmoles de ácido láctico (30%).

Ejemplo 11

- Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de etanol, 0,2252 g de sacarosa (0,6578 mmol), 118,9 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,0 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura

alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 1,03 mmoles de lactato de etilo (39%) junto con 0,316 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de etilo (16%).

5 Ejemplo 12

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de 2-propanol, 0,2249 g de sacarosa (0,6569 mmol), 119,7 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 159,7 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,68 mmoles de lactato de isopropilo (26%) junto con 0,237 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de isopropilo (12%).

15 Ejemplo 13

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de 1-butanol, 0,2249 g de sacarosa (0,6569 mmol), 121,0 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,5 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,68 mmoles de lactato de n-butilo (26%) junto con 0,164 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de n-butilo (8%).

Ejemplo 14

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,05 g de metanol y 0,1988 g de agua, 0,2252 g de sacarosa (0,6578 mmol), 122,6 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 160,7 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que se alcanza la temperatura de 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 1,47 mmoles de lactato de metilo (56%) junto con 0,065 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (3%).

El Ejemplo 15 ilustra el potencial de reutilización del catalizador de Sn-BEA.

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 16,07 g de metanol, 0,4504 g de sacarosa (1,316 mmol), 115,2 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 320,8 mg de Sn-BEA (preparado según la patente de EE.UU. 6.306.364). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 3,158 mmoles de lactato de metilo (60%) junto con 0,0513 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (1,3%).

Se secó el catalizador usado a 100°C durante la noche y se calcinó a 480°C durante 10 horas alcanzados con un gradiente positivo de calentamiento de 2°C/min.

De los 320,8 mg originales de catalizador se recuperaron 0,2996 g después del procedimiento de calcinación. Se cargan los 0,2996 g de catalizador en un autoclave (microclave de 50 cc) junto con 14,94 g de metanol, 0,1190 g de naftaleno y 0,4206 g de sacarosa. Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 3,293 mmoles de lactato de metilo (67%) junto con 0,0885 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (2,4 %).

Se repitió el procedimiento de regeneración una 3^a, 4^a y una 5^a vez.

En el 3^{er} barrido se usan 0,2665 g de catalizador junto con 13,29 g de metanol, 0,1229 g de naftaleno y 0,3740 g de sacarosa. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 3,016 mmoles de lactato de metilo (69%) junto con 0,1180 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (3,6%).

En el 4^o barrido se usan 0,2328 g de catalizador junto con 11,60 g de metanol, 0,1207 g de naftaleno y 0,3267 g de sacarosa. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 2,520 mmoles de lactato de metilo (66%) junto con 0,1088 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (3,8%).

En el 5^o barrido se usan 0,2157 g de catalizador junto con 10,70 g de metanol, 0,1238 g de naftaleno y 0,3027 g de sacarosa. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 2,335 mmoles de lactato de metilo (66%) junto con 0,0902 mmoles de 2-hidroxi-3-butenato de metilo (3,4%).

Los Ejemplos 16 y 17 ilustran un procedimiento de lecho fijo para la conversión de fructosa en metanol para proporcionar una mezcla de lactato de metilo y 2-hidroxi-3-butenato de metilo usando Sn-BEA y TS-1.

Ejemplo 16

Se carga un reactor de flujo turbulento con 1,0 g de Sn-BEA y se presuriza con nitrógeno. Se calienta el reactor a 170°C y se hace pasar por el reactor una alimentación que consiste en 11,0 g de fructosa disueltos en 500 ml de metanol a una velocidad de 1,0 ml/minuto. Se recoge y se analiza la disolución resultante de metanol. El análisis de la fracción recogida entre la 2ª y 3ª hora por GC-MS (se usó durenol como patrón externo) muestra que se forma 31% de lactato de metilo junto con 7% de 2-hidroxi-3-butenato de metilo.

Ejemplo 17

Un reactor de flujo turbulento se carga con 3,0 g de TS-1 (1,53% en peso de Ti). Se calienta el reactor a 170°C y se hace pasar por el reactor una alimentación que consiste en 5,0% en peso de fructosa en metanol a una velocidad de 0,50 ml/minuto. Se recoge y se analiza la disolución resultante de metanol. El análisis de la fracción recogida entre la 1ª y 2ª hora por GC-MS (se usó durenol como patrón externo) muestra que se forma 27,3% de lactato de metilo junto con 2,2% de 2-hidroxi-3-butenato de metilo.

Ejemplo 18-21

Ejemplos de comparación usando catalizadores convencionales y no están pensados como ejemplos según la invención.

Ejemplo 18

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2264 g de sacarosa (0,6613 mmol), 118,7 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 162,0 mg de Si-BEA (preparado según Zhu et al., J. Catal., 227, 2.004, 1-10). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,046 mmoles de lactato de metilo (7%). No se formó 2-hidroxi-3-butenato de metilo.

Ejemplo 19

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2250 g de sacarosa (0,6572 mmol), 119,1 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 159,7 mg de Al-BEA (Si:Al 65:1, preparado según Zhu et al., J. Catal., 227, 2.004, 1-10). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que se alcanza la temperatura de 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que no se ha formado lactato de metilo.

Ejemplo 20

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2251 g de sacarosa (0,6575 mmol), 119,1 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente se añaden 160,0 mg de SnO₂ nanopulvo (Sigma-Aldrich). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,105 mmoles de lactato de metilo (4%). No se formó 2-hidroxi-3-butenato de metilo.

Ejemplo 21

Se carga un autoclave (microclave de 50 cc) con 8,0 g de metanol, 0,2259 g de sacarosa (0,6599 mmol), 117,7 mg de naftaleno (patrón interno) y finalmente con 7,4 mg de SnCl₄·5H₂O (0,021 mmoles, se usa la misma cantidad de estaño en cuanto a los ejemplos con Sn-Beta). Se cierra el autoclave, se carga con 2 MPa (20 bar) de argón y se calienta a 160°C. Después de que la temperatura alcanza 100°C, se pone en marcha el agitador mecánico (52 rad/s (500 rpm)) y se calienta la mezcla durante 20 horas en estas condiciones. El análisis por GC de la mezcla de reacción muestra que se forman 0,607 mmoles de lactato de metilo (23%). No se formó 2-hidroxi-3-butenato de metilo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la producción de ácido láctico y ácido 2-hidroxi-3-butenóico o ésteres de los mismos por conversión de glucosa, fructosa, sacarosa, xilosa o glicolaldehído disueltos en un disolvente en presencia de un catalizador de ácido de Lewis sólido, en el que el catalizador es un material zeotipo con propiedades de ácido de Lewis que contiene metales tetraivalentes seleccionados de Sn, Pb, Ge, Ti, Zr y/o Hf incorporados en la estructura.
- 5 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el material zeotipo tiene una estructura tipo BEA, MFI, MEL, MTW, MOR, LTL, FAU.
- 10 3. Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que el material zeotipo tiene incorporado en su estructura Sn tetraivalente.
4. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el disolvente es agua.
- 15 5. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el disolvente se selecciona de un alcohol C₁ a C₄.
6. Un procedimiento según la reivindicación 5, en el que el disolvente contiene además un disolvente secundario.