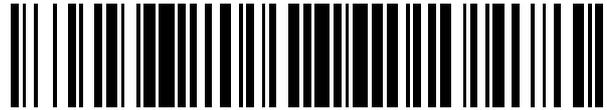


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 909**

51 Int. Cl.:

C12P 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2011 E 11728477 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2582822**

54 Título: **Método para producir etanol a partir de biomasa**

30 Prioridad:

17.06.2010 US 355922 P

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

25.08.2015

73 Titular/es:

**POET RESEARCH, INC. (100.0%)
4615 N. Lewis Ave
Sioux Falls, South Dakota 57104, US**

72 Inventor/es:

NARENDRANATH, NEELAKANTAM V.

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 543 909 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

Método para producir etanol a partir de biomasa5 **ÁREA**

[0001] Esta presentación es acerca de un sistema de fermentación de material biológico a ser utilizada para la producción de etanol.

10 **ANTECEDENTES**

15 [0002] El etanol puede ser producido de materiales alimenticios que se basan en granos (por ejemplo, maíz, sorgo / milo, trigo, soya, etcétera), del azúcar (por ejemplo, la caña de azúcar, azúcar de la remolacha, etcétera), y material biológico (por ejemplo, de materiales alimenticios celulósicos tales como pasto varilla, mazorcas y rastrojo de maíz, madera u otro material vegetal).

20 [0003] La materia biológica incluye material vegetal que puede ser apropiado para su uso directo o como una fuente de combustible / energía o como un material alimenticio que puede procesarse en otro producto biológico (por ejemplo, un bio - combustible tal como el etanol celulósico). La materia biológica podría incluir, por ejemplo, mazorcas y rastrojo de maíz (por ejemplo, tallos y hojas) que estarían disponibles durante y / o después del cultivo de los granos de maíz, fibra derivada de los granos de maíz, pasto varilla, residuos de cultivo o agrícolas, astillas de madera u otro desperdicio de madera, y de otro material vegetal. Para que pueda ser usado o procesado, el material biológico será activado y recolectado del campo y luego transportado a la ubicación donde será utilizado o procesado.

25 [0004] El etanol es producido de material lignocelulósico (por ejemplo, celulosa y/o hemicelulosa) en una bio - refinería configurada para producir etanol de materia biológica tal como material alimenticio celulósico. El material biológico es preparado para que el azúcar en el material celulósico (tal como la glucosa de la celulosa y la xilosa de la hemicelulosa) pueda ser extraído y fermentado en un producto de fermentación que se compone de etanol (entre otras cosas). El producto de la fermentación se envía entonces al sistema de destilación, donde se recupera el etanol por destilación y deshidratación. Otros productos biológicos, tales como ácidos de lignina y orgánicos también pueden ser recuperados como co - productos. Una determinación de cuan más eficientemente se prepara o se trata el material biológico para su producción a etanol dependerá (entre otras cosas) de la forma y el tipo de composición del material biológico.

35 [0005] Sería ventajoso el suministrar un sistema y un método para fermentar un componente líquido del material biológico pre - tratado. También sería ventajoso el suministrar un sistema y un método para fermentar un componente líquido del material biológico pre - tratado en una fermentación de una fuente de lotes que utiliza una baja dosis de levadura. También sería beneficioso el suministrar un sistema que entregue una o más características para facilitar la mejora en la eficiencia y producción del etanol celulósico de materiales biológicos.

RESUMEN

45 [0006] Esta presentación se refiere a un método para producir un producto de fermentación en un sistema de fermentación de material biológico que ha sido pre - tratado y separado en un componente primario y un componente secundario. El método incluye la preparación de una mezcla espesa y también incluye: el suministro del primer componente al sistema de fermentación y el suministro de ethanologen (ethanologeno) al sistema de fermentación. El método también incluye el ajuste del pH de la mezcla espesa a un rango de alrededor 4.5 a 6.5, manteniendo el componente primario y el ethanologen en el sistema de fermentación a una temperatura de entre alrededor de 25 a 35 °C, y recuperando el producto de la fermentación del sistema de fermentación. El ethanologen es suministrado al sistema de fermentación en una concentración de menos de aproximadamente 2 g de ethanologen en una forma seca por litro a la mezcla espesa, el material biológico se conforma de material lignocelulósico. La pentosa se conforma de xilosa. El ethanologen es capaz de fermentar a la xilosa en etanol.

55 [0007] Esta presentación también es acerca de un método para obtener un producto de fermentación en un sistema de fermentación de un material biológico lignocelulósico que ha sido pre - tratado y separado a un componente primario y a un componente secundario. El método incluye: la preparación de una mezcla espesa que incluye: el suministro del componente primario al sistema de fermentación y la entrega ethanologen al sistema de fermentación en una concentración de menos de aproximadamente 2 g de ethanologen en una forma seca por litro de mezcla espesa. El ethanologen es capaz de fermentar a la xilosa en etanol. El método también incluye el ajuste del pH de la mezcla espesa a un rango de alrededor 4.5 a 6.5, manteniendo al componente primario y al ethanologen en el sistema de fermentación a una temperatura de entre aproximadamente 25 a 37 °C durante lo menos 48 horas, y suministrar un monto adicional del componente primario de la mezcla espesa. El componente primario incluye xilosa y el suministro del monto adicional del componente primario empieza por lo menos 5 horas pero no más de alrededor de 40 horas después de suministrar el ethanologen a la mezcla espesa. El monto adicional del componente primario es suministrado a la mezcla espesa a una tasa de alrededor de 2 a 5 g de xilosa aumentada

por litro de mezcla espesa por hora. El monto total de xilosa aumentada a la mezcla espesa es de entre 110 a alrededor de 140 g por litro de mezcla espesa. El método también incluye la recuperación del producto de fermentación del sistema de fermentación. El producto de fermentación es etanol, donde por lo menos alrededor del 75% de la xilosa ha sido convertida a etanol por medio de fermentación. El material biológico lignocelulósico consiste esencialmente de mazorcas de maíz, cáscaras vegetales de maíz, hojas vegetales de maíz, y tallos de maíz.

FIGURAS Y TABLAS

- 10 **[0008]** La FIGURA 1A es una vista en perspectiva de una bio - refinería que incluye instalaciones para la producción de etanol celulósico.
- La FIGURA 1B es una vista en perspectiva de una bio -refinería que incluye instalaciones para la producción de etanol celulósico e instalaciones de producción de etanol derivado del maíz.
- 15 La FIGURA 2 es un diagrama esquemático de bloques de un sistema para la recepción y preparación de material biológico para instalaciones de producción de etanol celulósico.
- La FIGURA 3 es un diagrama esquemático de bloques de un sistema para la producción de etanol de material biológico.
- 20 Las FIGURAS 4A, 4B y 4C son diagramas esquemáticos de bloques de sistemas para el tratamiento de componentes removidos en la producción de etanol de los materiales biológicos.
- 25 Las FIGURAS 5A y 5B son diagramas esquemáticos del flujo de procesos para sistemas de producción de etanol de materiales biológicos.
- La FIGURA 6A es un diagrama esquemático de bloques de un aparato utilizado para la preparación, pre-tratamiento, y separación del material biológico.
- 30 La FIGURA 6B es una vista en perspectiva de un aparato utilizado para el pre - tratamiento y separación del material biológico.
- La FIGURAS 7A y 7B son diagramas esquemáticos de bloques de un sistema para la fermentación de componentes líquidos (C5).
- 35 La FIGURA 8A es un diagrama esquemático de bloques de un sistema para la fermentación de componentes líquidos (C5).
- La FIGURA 8B es un diagrama de un sistema para la fermentación de componentes líquidos (C5).
- 40 La FIGURA 9 es una vista en perspectiva de un aparato utilizado para la fermentación de componentes líquidos (C5).
- 45 Las FIGURAS 10A y 10B son gráficos de los resultados obtenidos del sistema de fermentación de acuerdo al ejemplo 1.
- Las FIGURAS 11A y 11B son gráficos de los resultados obtenidos del sistema de fermentación de acuerdo al ejemplo 2.
- 50 Las FIGURAS 12A y 12B son gráficos de los resultados obtenidos del sistema de fermentación de acuerdo al ejemplo 3.
- 55 Las TABLAS 1A y 1B listan la composición de material biológico que compone el material vegetal lignocelulósico de la planta del maíz.
- Las TABLAS 2A y 2B listan la composición del componente líquido del material biológico pre - tratado tal como se indica en las TABLAS 1A y 1B.
- 60 Las TABLAS 3A y 3B listan la composición del componente de sólidos de material biológico pre – tratado a partir de material biológico preparado tal como se indica en las TABLAS 1A y 1B.
- Las TABLAS desde la 4 a las 6 suministran la información y los resultados obtenidos del sistema de fermentación de acuerdo al ejemplo 1, ejemplo 2 y ejemplo 3.

65 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0009] En referencia a la FIGURA 1A, se muestra una bio - refinería 100 configurada para producir etanol de material biológico.

5 **[0010]** La bio refinería 100 está configurada para producir etanol de material biológico en la forma de un material alimenticio lignocelulósico tal como material vegetal de una planta de maíz (por ejemplo, mazorcas y rastrojo de maíz). El material alimenticio lignocelulósico tal como el material lignocelulósico de la planta del maíz incluye celulosa (de la cual se pueden extraer azúcares C6 tales como la glucosa) y / o hemicelulosa (de la cual se pueden extraer azúcares C5 tales como la xilosa y la arabinosa).

10 **[0011]** Tal como se muestra en la FIGURA 1A, la bio refinería 100 incluye un área donde se entrega la masa biológica y se prepara para su suministro a las instalaciones de producción de etanol celulósico. Las instalaciones de producción de etanol celulósico incluyen un aparato para la preparación 102, pre - tratamiento 104, y tratamiento del material biológico a un material biológico tratado apropiado para la fermentación en un producto de fermentación en un sistema de fermentación 106. Las instalaciones incluyen un sistema de destilación 108 en el cual el producto de fermentación es destilado y deshidratado a etanol. Tal como se muestra en la FIGURA 1A, la bio -refinería 100 también puede incluir un sistema de tratamiento de desperdicios 110 (que se muestra e incluye un digestor y un generador anaeróbicos). Alternamente, el sistema de tratamiento de desperdicios puede incluir otro equipo configurado para tratar, procesar y recuperar los componentes del proceso de producción de etanol celulósico, tales como la caldera de combustibles de sólidos / desperdicios, el digestor anaeróbico, el digestor aeróbico u otros reactores bioquímicos o químicos.

25 **[0012]** Tal como se muestra en la FIGURA 1B, la bio - refinería 112 puede incluir instalaciones de producción de etanol celulósico 114 (que producen etanol de material y componentes lignocelulósicos de la planta del maíz) ubicados conjuntamente en instalaciones de producción de etanol derivado del maíz 116 (que produce etanol del almidón contenido en el componente endospermo de los granos del maíz). Como se indica en la FIGURA 1B, al ubicar juntas las dos instalaciones de producción de etanol, ciertos sistemas vegetales pueden ser compartidos, por ejemplo, sistemas para la deshidratación, almacenamiento, desnaturalización, y transporte de etanol, sistemas de generación de energía / combustible – para - energía, sistemas de manejo y control vegetal, y otros sistemas. La fibra del maíz (un componente de los granos del maíz), que puede estar disponible cuando los granos de maíz se preparan para molerse (por ejemplo, por fraccionamiento) en las instalaciones de producción de etanol derivado del maíz, puede suministrarse a las instalaciones de producción de etanol celulósico 114 como material alimenticio. Las fuentes de combustible o energéticas tales como el metano o la lignina de las instalaciones de producción de etanol celulósico 114 pueden utilizarse para suministrar energía a cualquiera o ambas instalaciones que se ubicaron conjuntamente. Alternamente, una bio - refinería (por ejemplo, instalaciones de producción de etanol celulósico) pueden ser ubicadas junto con otros tipos de fábricas e instalaciones, por ejemplo, una planta de energía eléctrica, instalaciones de tratamiento de desperdicios, un molino de maderas, una fábrica de papel, o instalaciones que procesen productos agrícolas.

40 **[0013]** En referencia a la FIGURA 2, se muestra un sistema 200 para la preparación del material biológico entregado a la bio - refinería. El sistema de preparación del material biológico 200 puede incluir aparatos para la recepción / descarga del material biológico, limpieza (por ejemplo, la remoción de material foráneo), molienda (por ejemplo, trituración, reducción o densificación), y el transporte y traspaso para su proceso en la planta. El material biológico 202 en la forma de mazorcas y rastrojos de maíz puede ser entregado a la bio - refinería y almacenado 204 (por ejemplo, en pacas, pilas o contenedores, etcétera.) y administrado para su uso en las instalaciones. El material biológico puede incluir por lo menos alrededor del 20 al 30% de mazorcas (por masa) con rastrojos y otro material. Un sistema de preparación 206 de la bio - refinería puede configurarse para preparar una amplia gama de tipos de materiales biológicos (por ejemplo, material vegetal), ilustrado de acuerdo al material biológico preparado 208, para tratamiento y procesamiento a etanol y otros productos biológicos en la planta.

50 **[0014]** En referencia a la FIGURA 3, se muestra un diagrama esquemático de las instalaciones de producción de etanol celulósico. El material biológico que comprende material vegetal de la planta del maíz se prepara y se limpia en un sistema de preparación. Después de la preparación, el material biológico es mezclado con agua en una mezcla espesa y es pre - tratado en un sistema de pre - tratamiento 302. En el sistema de pre - tratamiento 302, la masa biológica es descompuesta (por ejemplo, por hidrólisis) para facilitar la separación 304 en un componente líquido (por ejemplo, un líquido que se compone de azúcares C5) y un componente sólido (por ejemplo, un compuesto de celulosa de la cual se puede extraer azúcares C6). El componente líquido que contiene azúcares C5 (compuesto C5) y el componente de sólidos que contiene azúcares C6 (compuesto C6) pueden tratarse en un sistema de tratamiento 306 (tal como sea apropiado) y fermentados en un sistema de fermentación 308. El producto de fermentación del sistema de fermentación 308 es suministrado a un sistema de destilación 310 donde se recupera el etanol 312.

65 **[0015]** Tal como se muestra en las FIGURAS 3, 4A, 4B y 4C, los componentes removidos del tratamiento (por ejemplo, del sistema de tratamiento 306) de los compuestos C5 y / o C6 pueden ser tratados o procesados para recuperar productos derivados, tales como ácidos orgánicos, furfural y lignina. Los componentes removidos durante el tratamiento y la producción de etanol de la materia biológica del compuesto C5 y / o el compuesto C6 (o en la destilación) pueden tratarse o procesarse a productos biológicos o a combustible (tal como la lignina para una

caldera de combustibles sólidos o metano producido al tratar materiales residuales / removidos tales como ácidos y lignina en un digestor anaeróbico) o recuperados para su utilización o reciclamiento. Tal como se muestra en las FIGURAS 4A, 4B y 4C, los componentes removidos durante el tratamiento y la producción de etanol de la materia biológica del compuesto C5 y / o C6 (o durante la destilación) pueden ser procesados a bio - productos (por ejemplo, productos derivados o co - productos) o recuperados para su uso o reciclamiento. Tal como se muestra en la FIGURA 4C, los componentes removidos del sistema de destilación (tales como vinote o sólidos removidos) o del tratamiento del producto de fermentación antes de la destilación (por ejemplo, sólidos removidos y partículas de material, que puede incluir lignina residual, etcétera) puede tratarse o procesarse a bio - productos o combustible (por ejemplo, metano producido en un digestor anaeróbico).

[0016] El material biológico puede incluir material vegetal de la planta del maíz, tal como mazorcas, cáscaras, hojas y tallos del maíz (por ejemplo, por lo menos la mitad superior o las tres cuartas partes de los tallos); la composición del material vegetal (por ejemplo, celulosa, hemicelulosa y lignina) será aproximadamente como se indica en las TABLAS 1A y 1B (por ejemplo, después de por lo menos la preparación inicial de la masa biológica, incluyendo la remoción de cualquier material foráneo). El material vegetal podría incluir mazorcas, tallos / hojas y cáscaras de maíz; por ejemplo, el material vegetal podría incluir (por masa) hasta el 100% de las mazorcas, hasta el 100% de cáscaras / hojas, aproximadamente el 50% de mazorcas y aproximadamente 50% de cáscaras / hojas, aproximadamente 30% de mazorcas, aproximadamente 50% de cáscaras / hojas y aproximadamente un 20% de tallos, o una gran variedad de otras combinaciones de mazorcas, cáscaras / hojas y tallos de la planta del maíz. Refiérase a la TABLA 1A. Alternamente, el material vegetal lignocelulósico puede incluir fibra de los granos del maíz (por ejemplo, en una combinación con otro material vegetal). La TABLA 1B suministra los rangos típicos y esperados que se creen serán representativos de la composición de material biológico que incluye material lignocelulósico de la planta del maíz. El material vegetal lignocelulósico del material biológico (de la planta del maíz) podría incluir (por masa) celulosa alrededor del 30 al 55 %, hemicelulosa a alrededor del 20 al 50%, y lignina a alrededor del 10 al 25%; particularmente, el material vegetal lignocelulósico del material biológico (por ejemplo, mazorcas, cáscaras/hojas, y porciones de tallos de la planta del maíz) incluye (por masa) celulosa a alrededor del 35 a 45%, hemicelulosa a alrededor de 24 al 42%, y lignina de alrededor del 12 al 20%. Particularmente, el pre - tratamiento de la masa biológica producirá un componente líquido que incluye (por masa) xilosa que no es menos del 1% y un componente sólido que incluye (por peso) celulosa (de donde se puede extraer la glucosa) por lo menos 45%.

[0017] Las FIGURAS 5A y 5B ilustran los sistemas 500, 502 para la producción de etanol proveniente de material biológico. Tal como se muestra en las FIGURAS 5A y 5B, el material biológico es preparado y limpiado para un sistema de preparación 504 y es pre - tratado en un sistema de pre - tratamiento 506 y luego separado (en un sistema de separación 508) a un componente líquido y a un componente de sólidos. Después del pre - tratamiento y de la separación el componente C5 y el componente C6 se procesan por separado; como se muestra, el componente C5 y el componente C6 pueden procesarse separadamente antes de la fermentación en conjunto (fermentación C5 / C6 como se muestra en la FIGURA 5A) o pueden ser procesados por separado incluyendo una fermentación por separado (fermentación separada de C5 y de C6 como se muestra en la FIGURA 5B).

[0018] El tratamiento del compuesto C5 (componente líquido) del material biológico puede realizarse para remover los componentes que inhiben una fermentación eficiente (por ejemplo, furfural, Hidroximetilfurfural (HMF), ácido sulfúrico y ácido acético) y lignina residual (u otro material) que no pueda ser fermentado del componente de azúcar C5 para que los azúcares (por ejemplo, xilosa, arabinosa, así como otros azúcares tales como la glucosa) se puedan extraer de la fermentación. Los azúcares C5 y el compuesto C5 podrían concentrarse para mejorar la eficiencia de la fermentación (por ejemplo, para mejorar la concentración del etanol para la destilación).

[0019] El tratamiento del compuesto C6 (componente de sólidos) del material biológico puede realizarse para extraer azúcares C6 para fermentación. La hidrólisis (tal como hidrólisis enzimática) puede realizarse para extraer azúcares C6 en la celulosa; el tratamiento podría realizarse para remover lignina y otros componentes no fermentables en el compuesto C6 (o para remover componentes tales como ácidos residuales u otros ácidos que pueden inhibir una fermentación eficiente).

[0020] Tal como se muestra en la FIGURA 5A, después del pre - tratamiento y separación, el compuesto C5 y el compuesto C6 pueden tratarse separadamente (por ejemplo, en sistemas de tratamiento separados 510, 512) y se pueden combinar subsecuentemente después del tratamiento (por ejemplo, como una mezcla espesa) para fermentación conjunta en un sistema de fermentación 514 para producir un producto de fermentación C5 / C6 de los azúcares disponibles (por ejemplo, xilosa y glucosa); el producto de fermentación C5 / C6 puede (después del tratamiento (en un sistema de tratamiento 516), si lo hubiese) ser suministrado a un sistema de destilación 518 para la recuperación del etanol (por ejemplo, por medio de destilación y deshidratación). Tal como se muestra en la FIGURA 5B, el compuesto C5 y el compuesto C6 pueden ser procesados por separado durante la fermentación, en sistemas de fermentación 520, 522, y durante la destilación, en los sistemas de destilación 524, 526 (después del tratamiento en los sistemas de tratamiento 528, 530, si existiesen) para producir etanol. Un organismo de fermentación apropiado (ethanologen) es utilizado en el sistema de fermentación; la selección de un ethanologen puede basarse en varias consideraciones, tales como los tipos predominantes de azúcares en la mezcla espesa. La deshidratación y / o desnaturalización del etanol producido del compuesto C5 y del compuesto C6 puede realizarse ya sea por separado o en conjunto.

5 **[0021]** Las FIGURAS 6A y 6B muestran un aparato 600 utilizado para la preparación, pre - tratamiento, y separación del material biológico lignocelulósico. Como se muestra, el material biológico 602 se prepara en un molino 604 (por ejemplo, un molino o cualquier aparato apropiado o triturador). El pre - tratamiento 606 del material biológico preparado 608 se realiza en un contenedor de reacción (o conjunto de contenedores de reacción 610) suministrado con el material biológico preparado y ácido / agua en una concentración determinada (o pH) y otras condiciones de funcionamiento. Tal como se muestra la FIGURA 6B, el material biológico pre - tratado puede separarse en una forma centrífuga 612 a un componente líquido 614 (el compuesto C5 conformado principalmente de líquidos y algunos sólidos) y un componente de sólidos 616 (compuesto C6 que incluye líquidos y sólidos tales como la lignina y la celulosa de donde se puede extraer la glucosa con mayor tratamiento).

15 **[0022]** En el sistema de pre - tratamiento se puede aplicar un ácido al material biológico preparado para facilitar la descomposición del material biológico para su separación al componente líquido (el compuesto C5 de donde se pueden extraer azúcares fermentables C5) y el componente de sólidos (compuesto C6 del cual pueden extraerse azúcares fermentables C6). El ácido puede aplicarse al material biológico en un contenedor de reacción bajo condiciones de funcionamiento determinadas (por ejemplo, la concentración ácida, el pH, la temperatura, el tiempo, la presión, la carga de sólidos, la tasa de flujo, el suministro de agua o de vapor para el proceso, etcétera) y la masa biológica puede agitarse / mezclarse en el contenedor de reacción para facilitar la descomposición de la masa biológica. Una ácido tal como el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico, el ácido nítrico, el ácido fosfórico, el ácido acético, etcétera (o una formulación / mezcla de ácidos) pueden aplicarse a la materia biológica. Preferiblemente, el ácido sulfúrico será aplicado a la masa biológica en el pre - tratamiento.

25 **[0023]** El componente líquido (compuesto C5) incluye agua, azúcares disueltos (tales como la xilosa, la arabinosa, y la glucosa) a extraerse para la fermentación de etanol, ácidos, y otros componentes solubles recuperados de la hemicelulosa. (La TABLA 2B suministra tasas típicas y esperadas que se creen son representativos de la composición de material biológico que incluye material lignocelulósico de la planta del maíz). El componente líquido puede incluir aproximadamente de 5 a 7% de sólidos (por ejemplo, sólidos suspendidos / residuales tales como la hemicelulosa, la celulosa y la lignina parcialmente hidrolizadas). Preferiblemente, el componente líquido incluye por lo menos de 2 a 4% de xilosa (por masa); alternamente, el componente líquido incluye por lo menos de 1 a 2% de xilosa (por masa). Las TABLAS 2A y 2B listan la composición del componente líquido del material biológico pre - tratado (del material biológico preparado como se indica en las TABLAS 1A y 1B).

35 **[0024]** El componente de sólidos (compuesto C6) incluye agua, ácidos y sólidos tales como celulosa de donde se puede extraer el azúcar, tal como la glucosa, para la fermentación de etanol y lignina. (La TABLA 3B suministra los rangos típicos y esperados que se creen son representativos de la composición de material biológico compuesto de material lignocelulósico de la planta del maíz). El componente de sólidos puede incluir aproximadamente de 10 a 40% de sólidos (por masa) (después de la separación); particularmente, el componente de sólidos incluirá aproximadamente un 20 a 30% de sólidos (por masa). Los sólidos en el componente de sólidos podría incluir por lo menos alrededor de un 30% de celulosa y los componentes sólidos también podrían incluir azúcares disueltos (por ejemplo, glucosa y xilosa). Las TABLAS 3A y 3B listan la composición del componente de sólidos de material biológico pre - tratado (de material biológico preparado tal como se indica en las TABLAS 1A y 1B).

45 **[0025]** Durante el pre - tratamiento, la severidad de las condiciones de funcionamiento (tales como el pH, la temperatura y el tiempo) podrían causar la formación de componentes que inhiben la fermentación. Por ejemplo, bajo ciertas condiciones, la deshidratación de azúcares (tales como la xilosa y la arabinosa) podrían causar la formación de furfural. También se podría formar ácido acético, por ejemplo, cuando el acetato se libera durante la descomposición de la hemicelulosa en el pre - tratamiento. El ácido sulfúrico que podría aumentarse al material biológico preparado para facilitar el pre - tratamiento, si no se lo remueve o se neutraliza, también podría inhibir la fermentación. Al ajustar las condiciones de pre -tratamiento (tales como el de pH, la temperatura, y el tiempo), la formación de inhibidores puede reducirse o manejarse; puede darse más tratamiento a los componentes del material biológico pre - tratado para remover o reducir el nivel de inhibidores (u otro material no deseado).

55 **[0026]** En referencia a las FIGURAS 7A y 7B, se muestra un sistema de tratamiento 702 y un sistema de fermentación 704 para el componente líquido 706 (compuesto C5 o hidrolizado) del material biológico pre - tratado. Como se muestra en la FIGURA 7B, el sistema de tratamiento 702 puede incluir una filtración (sistema de filtración 708) o el compuesto C5 para remover inhibidores (tales como el furfural y el ácido acético) y la concentración 710 del compuesto C5 para facilitar la fermentación eficiente de azúcares (por ejemplo, xilosa y glucosa). Un ejemplo de un sistema de filtración que puede ser utilizado para tratar el componente líquido (C5) es el sistema de nano - filtración.

60 **[0027]** Como se muestra en las FIGURAS 8A y 8B, el sistema de fermentación 704 puede incluir la fermentación 802 del compuesto C5 al aplicar un ethalogen (por ejemplo, un organismo conocido como células de levadura) y agentes (tales como nutrientes) para que el ethalogen genere un producto de fermentación 804. Por ejemplo, el ethalogen y los agentes pueden combinarse en un tanque de levadura 806 y entonces se puede realizar la fermentación en un tanque de fermentación 808. Siguiendo en este ejemplo, el componente líquido (producto de fermentación 804) se produce en un medio de separación 810.

5 **[0028]** El producto de fermentación puede ser generado en el sistema de fermentación 704 al aplicar el ethanologen para convertir los azúcares en el compuesto C5 (el hidrolizado del material biológico pre – tratado) a etanol. El ethanologen para el sistema de fermentación puede incluir un organismo (por ejemplo, levadura, seleccionado para la fermentación eficiente de la xilosa y la glucosa que están presentes en el compuesto C5. El ethanologen para el compuesto C5 puede ser un organismo modificado genéticamente como se describe en la patente de Estados Unidos número 7'622.284 titulada "Transformed eukaryotic cells that directly convert xylose to xylulose" ("células eucariotas que se convierten directamente en xilosa y xilulosa"), y asignada a Royal Nedalco B.V. alternativamente, el ethanologen puede incluir una formulación o combinación de organismos (por ejemplo un tipo de levadura seleccionado a la fermentación de azúcares C5 tales como la xilosa y un tipo de levadura seleccionado para la fermentación de azúcares C6 tales como la glucosa). El monto o carga (dosis) de ethanologen (un ejemplo, células de levadura) puede variar en el funcionamiento del sistema de fermentación. Los agentes suministrados con ethanologen pueden incluir antibióticos, enzimas suplementarias o complementarias, urea, sales (tales como sales de zinc, magnesio), u otros componentes que suministran un beneficio nutricional o de otro tipo al organismo. El agente podría incluir un vinote delgado de las instalaciones de producción de etanol convencionales (por ejemplo, derivados del maíz). El agente puede incluir un vinote delgado clarificado, que puede generarse del vinote delgado al remover sustancialmente todos los sólidos y aceites contenidos en el vinote delgado (por ejemplo, con centrifugación). El vinote delgado clarificado incluye esencialmente agua y componentes solubles del vinote delgado. El vinote Delgado clarificado también puede ser concentrado (por ejemplo, por evaporación) antes de su uso como un agente de fermentación. El vinote delgado clarificado puede ser suministrado al contenedor de fermentación a alrededor de 5 a 50% del volumen total de la mezcla espesa. El vinote delgado clarificado puede ser suministrado al contenedor de fermentación a alrededor de un 15 a un 40% del volumen total de la mezcla espesa.

25 **[0029]** En referencia a la FIGURA 9, se muestra un aparato de ejemplo 900 para la fermentación del componente líquido tratado (C5) 902. El sistema de fermentación incluye por lo menos un tanque de fermentación. Como se muestra en la FIGURA nueve, el sistema de fermentación puede incluir a varios tanques (referidos como contenedores de fermentación 904) en los cuales el compuesto C5 tratado (un ejemplo hidrolizado tratado de material biológico pre-tratado, en una mezcla espesa) se suministra, junto con el ethanologen y los nutrientes (como sea necesario). Tal como se muestra en las FIGURAS 8B y 9, el ethanologen (mostrado como levadura) es suministrado de un sistema de propagación de levadura 806 que incluye un tanque o tanques (mantenido a condiciones de funcionamiento apropiadas para el crecimiento de una cantidad sostenible de levadura / organismos desde un cultivo o fuente). La fermentación se realiza bajo las condiciones de funcionamiento seleccionadas para facilitar la conversión eficiente de azúcares en el compuesto C5 / hidrolizado a etanol. Las condiciones de funcionamiento para el sistema de fermentación incluyen el tiempo, la temperatura, el pH, la carga de sólidos, y carga de ethanologen.

40 **[0030]** El sistema de fermentación podría funcionar en una modalidad de suministro de lotes. La fermentación de suministro de lotes se refiere a un proceso, donde en vez de facilitar todo el sustrato en el contenedor de fermentación al inicio de la fermentación, el sustrato es suministrado al contenedor de fermentación gradualmente a lo largo de la fermentación. En algunos aspectos, una concentración inicial del sustrato es suministrada, y más sustrato se añade ya sea en lotes o continuamente después de que una parte del sustrato inicial ha sido convertido a producto de fermentación por el organismo de fermentación. La fermentación de suministro en lotes puede utilizarse para evitar estrés osmótico y por lo tanto la inhibición del organismo de fermentación por las altas concentraciones de sustrato. Una fermentación de suministro en lotes de hidrolizado de material biológico celulósico puede utilizar altas cargas celulares del organismo de fermentación para generar buenos resultados de fermentación.

50 **[0031]** Fermentar los azúcares de la masa biológica celulósica puede ser un reto por la combinación de azúcares (por ejemplo, xilosa, arabinosa y glucosa) que están disponibles para la fermentación, y puesto que existe la presencia de componentes inhibidores, tales como el furfural y el ácido acético. Ethanologens que están comercialmente disponibles (por ejemplo, levaduras) pueden optimizarse para convertir glucosa a etanol, y no convertir otros azúcares eficientemente (por ejemplo, xilosa y / o arabinosa) a etanol. La fermentación de azúcares de material biológico celulósico puede realizarse con cepas modificadas genéticamente de organismos de fermentación (por ejemplo, como se describe en la patente de Estados Unidos número 7'622.284, titulada "Transformed eukaryotic cells that directly convert xylose to xylulose" ("Células eucariotas transformadas que convierten directamente la xilosa a xilulosa"), y asignada a Royal Nedalco B.V., pero el uso de aquellos organismos en fermentaciones de alta carga celular, tal como una fermentación de suministros de lotes de azúcares C5 (por ejemplo, xilosa y / o arabinosa), podría tener desventajas desde el punto de vista económico.

60 **[0032]** El componente líquido (C5) puede ser fermentado en una disposición de lotes de suministro con una carga baja de células de levadura. Por ejemplo, el contenedor de fermentación puede ser inoculado con aproximadamente 0.1 a 2 g de levadura (peso seco) por litro de mezcla espesa. El contenedor de fermentación puede ser inoculado con alrededor de 0.2 a 1 g de levadura (peso seco) por litro de mezcla espesa y preferiblemente, el contenedor de fermentación es inoculado con alrededor de 0.4 a 0.6 gramos de levadura (peso seco) por litro de mezcla espesa.

65 **[0033]** La concentración inicial de xilosa en la mezcla espesa puede estar en el rango de alrededor del 1 al 9%. Preferiblemente, la concentración inicial de xilosa en la mezcla espesa está en el rango de alrededor del 3 al 7%, y

aún más preferiblemente, la concentración inicial de xilosa en la mezcla espesa debe estar en un rango de alrededor de 4.0 a 5.5 por ciento. Se puede suministrar xilosa adicional al contenedor de fermentación después de alrededor de 5 a 40 horas (o después de alrededor de 24 a 36 horas) de la fermentación a una tasa aproximada de 0.5 a 12 g por litro por hora. Preferiblemente, la xilosa adicional es suministrada a alrededor de 1 a 2 g por litro por hora, y más preferiblemente, la xilosa adicional es suministrada a alrededor de 2 a 5 g por litro por hora. El monto total de xilosa suministrada al contenedor de fermentación (calculada en base a la xilosa inicial y la adicional) puede estar en un rango de aproximadamente de 40 a 180 g por litro de mezcla espesa. Preferiblemente, el monto total de xilosa suministrada al contenedor de fermentación debe estar en un rango de alrededor de 80 a 160 g por litro de mezcla espesa, y más preferiblemente el monto total de xilosa suministrada al contenedor de fermentación debe estar en un rango de 110 a alrededor de 140 g por litro de mezcla espesa.

[0034] El pH de la mezcla espesa puede ajustarse al inicio de la fermentación a un rango de alrededor de 4.5 a 6.5 o a un rango de alrededor de 5.0 a 6.0, o alrededor de 5.5. La temperatura de fermentación podría mantenerse en un rango aproximado de 25 a 37 °C, o un rango aproximado de 30 a 33 °C, o alrededor de 31.5 a 32.5 °C. El tiempo de fermentación total puede estar en un rango de alrededor de 48 a 168 horas, o en un rango de alrededor de 72 a 144 horas, o en un rango de alrededor de 96 a 120 horas. Tiempos de fermentación más cortos pueden ser logrados al optimizar en un mayor grado las condiciones de fermentación.

[0035] Más de un 80% del azúcar disponible (por ejemplo, xilosa) puede fermentarse en etanol. Por ejemplo, puede lograrse una producción del 83% o más. Por ejemplo, si el monto total de xilosa agregado a la mezcla espesa es de 130 g por litro, el producto de fermentación resultante podría incluir un 7.8 % del volumen del etanol. Alternamente, si 83 g de xilosa por litro de mezcla espesa se añaden, el producto de fermentación resultante podría incluir 5.0 % del volumen del etanol.

[0036] El producto de fermentación (el cual podría ser referido a como cerveza o como caldo de fermentación) puede incluir etanol y agua, así como material no fermentado (un ejemplo, cualquier azúcar no fermentado) y material que no puede fermentarse (por ejemplo, lignina residual y otros sólidos). El producto de fermentación puede presentarse en la forma de material en partículas de ethanologen (por ejemplo, células de levadura) que haya sido utilizado para producir el etanol, así como otros componentes producidos por el sistema de fermentación, por ejemplo, glicerol (un producto de la fermentación) y ácido acético.

[0037] Como se muestra en las FIGURAS 2, 5A y 5B, el componente líquido (o producto de fermentación tratado) del sistema de tratamiento puede ser suministrado al sistema de destilación, para que la destilación y la deshidratación permitan la extracción del etanol.

[0038] Varios ejemplos fueron realizados utilizando el sistema mostrado en las FIGURAS 8 y 8B para determinar las condiciones de funcionamiento para la fermentación de suministros en lotes del componente líquido (C5). El componente líquido (C5) fue preparado al pre - tratar mazorcas de maíz del suelo a 120 °C durante dos horas en una solución con un 1% (masa / masa) de ácido sulfúrico y centrifugándolo y filtrándolo para remover cualquier sólido remanente. El componente líquido pre - tratado (C5) fue tratado con nano - filtración para remover componentes inhibidores y para concentrar los azúcares (por ejemplo, xilosa) a alrededor de un 9% (masa / volumen). El ethanologen utilizado en los ejemplos fue una cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* alterada para convertir la xilosa y la glucosa a etanol (una levadura modificada genéticamente se derivada de un organismo tal como se describe en la Patente de Estados Unidos número 7'622.284 de Royal Nedalco B.V., por ejemplo la cepa número RN1016). El componente líquido tratado fue suministrado a los contenedores de fermentación lo que resultó en una concentración inicial de xilosa de alrededor del 4.9 % (masa por volumen). Un vinote delgado proveniente de un proceso de fermentación del maíz sin cocido fue clarificado al remover los sólidos para producir el vinote delgado clarificado. El vinote delgado clarificado fue añadido a los contenedores de fermentación a alrededor de un 36% del volumen de la mezcla espesa para suministrar nutrientes a la levadura. También se agregó uria en una concentración de 0.24 gramos por litro de mezcla espesa. Los contenedores de fermentación fueron inoculados con aproximadamente 0.5 gramos de levadura (peso seco) por litro de mezcla espesa, y el pH inicial de la mezcla espesa fue ajustado a 5.5. Las fermentaciones fueron ejecutadas a 32 °C, y la mezcla espesa fue agitada continuamente durante la fermentación. Los datos de los ejemplos se muestran en las TABLAS 4 a las 6.

55 Ejemplo 1

[0039] El sistema de fermentación fue utilizado en el ejemplo 1 para determinar las condiciones de funcionamiento apropiadas para la fermentación en lotes de suministro del componente líquido (C5). Después de 30 horas de fermentación, se suministró xilosa adicional a los contenedores de fermentación en la forma de un componente líquido tratado (C5) a una tasa de alrededor de 3.0 gramos de xilosa por litro de mezcla espesa por hora por alrededor de 65 horas. La fermentación fue ejecutada durante 120 horas, y muestras de la mezcla espesa fueron probadas examinando las concentraciones de xilosa y etanol periódicamente. El monto total de xilosa suministrada al contenedor de fermentación calculado tomando en cuenta la xilosa inicial y la xilosa adicional fue de 13.8 por ciento (masa / volumen). Se observó que se pudo lograr una concentración de etanol de 8.3 % (volumen / volumen) y una producción final de un 84% de la producción teórica. También se observó que se puede lograr una mejora en producción de fermentación en comparación con los métodos conocidos anteriormente al usar las condiciones de

fermentación descritas. Los resultados del ejemplo uno se muestran en las FIGURAS 10 a y 10 de y en la TABLA cuatro.

Ejemplo 2

5

[0040] El sistema de fermentación fue utilizado en el Ejemplo 2 para determinar las condiciones de funcionamiento apropiadas para la fermentación en lotes de suministro del componente líquido (C5). Después de 24 horas de fermentación, se suministró xilosa adicional a los contenedores de fermentación en la forma del componente líquido tratado (C5) a una tasa de alrededor de 2.4 gramos de xilosa por litro de mezcla espesa por alrededor de 72 horas.

10

La fermentación se ejecutó durante 120 horas, y se tomaron muestras de la mezcla espesa para probar las concentraciones de xilosa y etanol periódicamente. El monto total calculado de xilosa suministrada al contenedor de fermentación considerando la xilosa inicial y la xilosa adicional fue de 13.3 % (peso / volumen). Se observó que se pudo lograr una concentración de etanol del 8% (volumen / volumen) y una producción final del 83% de la producción teórica. También se observó que se puede lograr una producción mejorada de fermentación en comparación con métodos conocidos previamente utilizando las condiciones descritas de fermentación. Los resultados del ejemplo 2 se muestran en las FIGURAS 11A y 11B y en la TABLA 5.

15

Ejemplo 3

20

[0041] El sistema de fermentación fue utilizado en el Ejemplo 3 para determinar las condiciones de funcionamiento apropiadas para la fermentación en lotes de suministro del componente líquido (C5). Después de 24 horas de fermentación, se suministró xilosa adicional en los contenedores de fermentación en la forma del componente líquido tratado (C5) a una tasa de alrededor de 3.68 gramos de xilosa por litro de mezcla espesa durante 52 horas.

25

La fermentación fue ejecutada durante 120 horas, y se tomaron muestras de la fermentación para examinar las concentraciones de xilosa y de etanol periódicamente. El monto total de xilosa suministrado al contenedor de fermentación tomando en cuenta la xilosa inicial y la adicional fue de 13.9 % (masa / volumen). Se observó que se pudo lograr una concentración de etanol del 8.4 % (volumen / volumen) y una producción final del 83% de la producción teórica. También se observó que se puede lograr una producción mejorada de la fermentación en comparación con métodos conocidos previamente al usar las condiciones de fermentación descritas. Los resultados del Ejemplo 3 se muestran en las FIGURAS 12A y 12B y en la TABLA 6.

30

[0042] El término "o" se lo usa inclusivamente y no exclusivamente. En la medida que lo permitan los términos "incluye", "tiene", "contiene" y otras palabras similares que se usan en la descripción detallada o en las declaraciones, para evitar cualquier duda, aquellos términos son inclusivos en una forma similar al término "se conforma de" como una palabra abierta de transición sin excluir cualquier elemento adicional o de otro tipo.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método para generar un producto de fermentación en un sistema de fermentación de material biológico que incluye material lignocelulósico que ha sido pre - tratado y separado a un componente líquido y a un componente sólido, el método incluye:
- la preparación de una mezcla espesa que incluye:
- 10 el suministro del componente líquido que contiene pentosa al sistema de fermentación, donde la pentosa incluye xilosa;
- el suministro de un ethanologen al sistema de fermentación, donde el ethanologen es capaz de fermentar la xilosa a etanol, y más aún donde el etanol es suministrado al sistema de fermentación en una concentración menor a 2 g de ethanologen en una forma seca por litro de mezcla espesa;
- 15 el ajuste de un pH de la mezcla espesa a un rango de 4.5 a 6.5;
- mantener el componente líquido y el ethanologen en el sistema de fermentación a una temperatura de entre 25 y 37 °C;
- 20 el suministro de un monto adicional del componente líquido a la mezcla espesa, donde el componente líquido se conforma de xilosa y donde el suministro del monto adicional del componente líquido empieza por lo menos después de 5 horas, pero no más de 40 horas después de suministrar el ethanologen a la mezcla espesa; y
- la recuperación del producto de fermentación del sistema de fermentación.
- 25 **2.** El método de la reivindicación 1, donde la concentración inicial de xilosa en la mezcla espesa es de 1 a 9% de la masa.
- 3.** El método de las reivindicaciones 1 o 2, donde el suministro del monto adicional del componente líquido está a una tasa de 0.5 a 12 g de xilosa agregada por litro de mezcla espesa por hora.
- 30 **4.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, donde un monto total de xilosa agregado a la mezcla espesa está entre 40 a 180 g por litro de mezcla espesa.
- 5.** El método de cualquiera de las reivindicaciones desde la 1 - 4, que incluye el suministro de un agente a la mezcla espesa, donde el agente incluye un vinote delgado.
- 35 **6.** El método de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 5, que incluye el suministro de un agente a la mezcla espesa, donde el agente incluye un vinote delgado clarificado que conforma del 5 al 50% del volumen de la mezcla espesa.
- 40 **7.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 6, donde la masa biológica incluye hemicelulosa y el producto de fermentación fue generado por la fermentación de xilosa y donde el componente líquido contiene xilosa y glucosa y el ethanologen se conforma de un organismo capaz de fermentar la xilosa a etanol y la glucosa a etanol.
- 45 **8.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 7, donde la masa biológica se conforma de hemicelulosa y el producto de fermentación ha sido generado mediante la fermentación de xilosa y donde el ethanologen es una levadura y es *Saccharomyces cerevisiae*.
- 9.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el producto de fermentación se conforma de etanol, y donde por lo menos el 75% de la xilosa ha sido convertida a etanol por medio de fermentación.
- 50 **10.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 9, que incluye:
- el tratamiento del componente líquido para reducir inhibidores o para incrementar la concentración de xilosa.
- 55 **11.** El método de cualquiera de las reivindicaciones desde la 1 a la 10, donde el mantenimiento general incluye el mantenimiento del componente líquido y el ethanologen en el sistema de fermentación durante un tiempo superior a 48 horas.
- 60 **12.** Un método para generar un producto de fermentación en un sistema de fermentación proveniente de una masa biológica lignocelulósica que ha sido pre - tratada y separada a un componente líquido y a un componente sólido, el método incluye:
- 65 la preparación de la mezcla espesa que contiene:
- el suministro del componente líquido al sistema de fermentación;

el suministro de ethanologen al sistema de fermentación en una concentración superior a 2 g de ethanologen en una forma seca por litro de mezcla espesa, donde el ethanologen es capaz de fermentar la xilosa a etanol;

5 el ajuste de un pH de mezcla espesa a un rango entre 4.5 a 6.5;
mantener el componente líquido y el ethanologen en el sistema de fermentación a una temperatura en de 25 y 37 °C durante por lo menos 48 horas;

10 el suministro de un modo adicional del componente líquido a la mezcla espesa, donde el componente líquido se conforma de xilosa y donde el suministro del monto adicional del componente líquido empieza después de por lo menos 5 horas pero no más de 40 horas después de haber suministrado el ethanologen a la mezcla espesa, donde el monto adicional del componente líquido es suministrado a la mezcla espesa a una tasa de 2 a 5 g de xilosa agregada por litro a la mezcla espesa por hora, y donde el monto total de xilosa añadida a la mezcla espesa está entre 110 a 140 g por litro de mezcla espesa;

15 la recuperación del producto de fermentación del sistema de fermentación, donde el producto de fermentación incluye etanol, y donde al menos el 75% de xilosa ha sido convertida en etanol por medio de fermentación; y
donde la masa biológica lignocelulósica consiste esencialmente de mazorcas de maíz, cáscaras vegetales de maíz, hojas vegetales de maíz y tallos de maíz.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

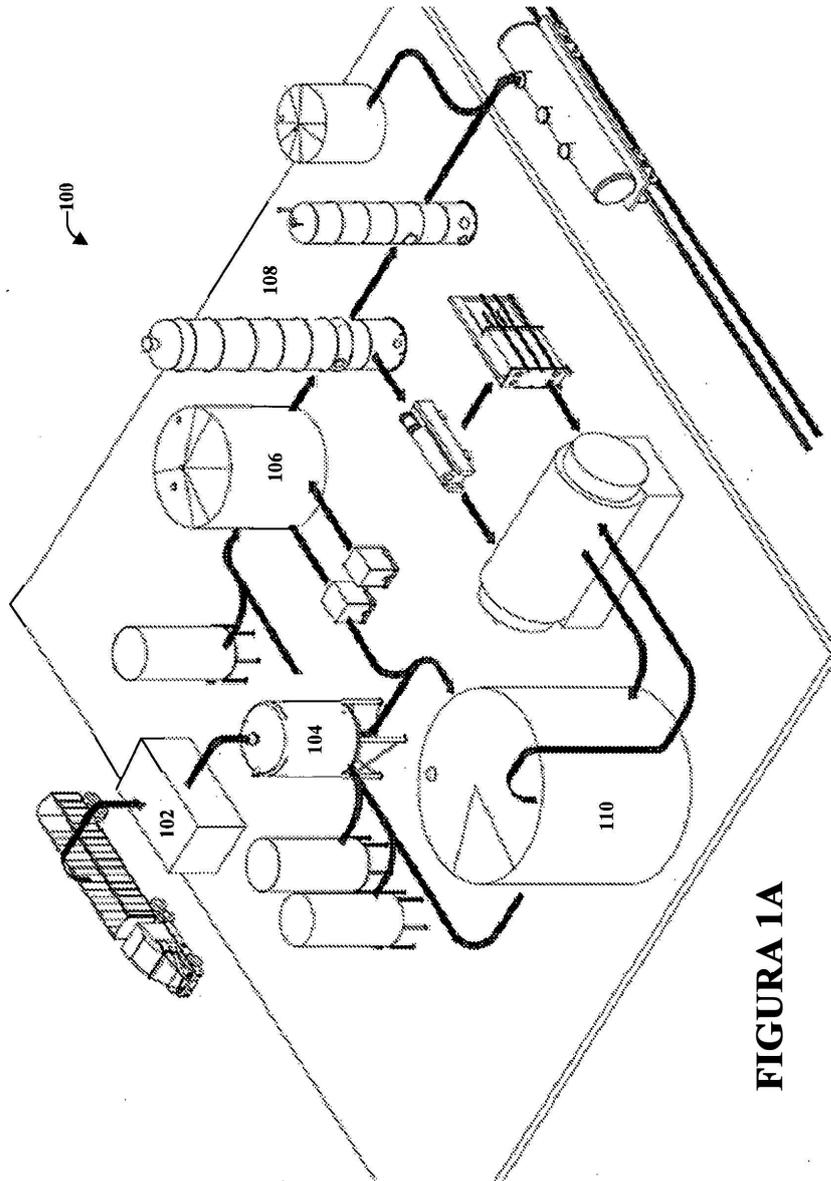
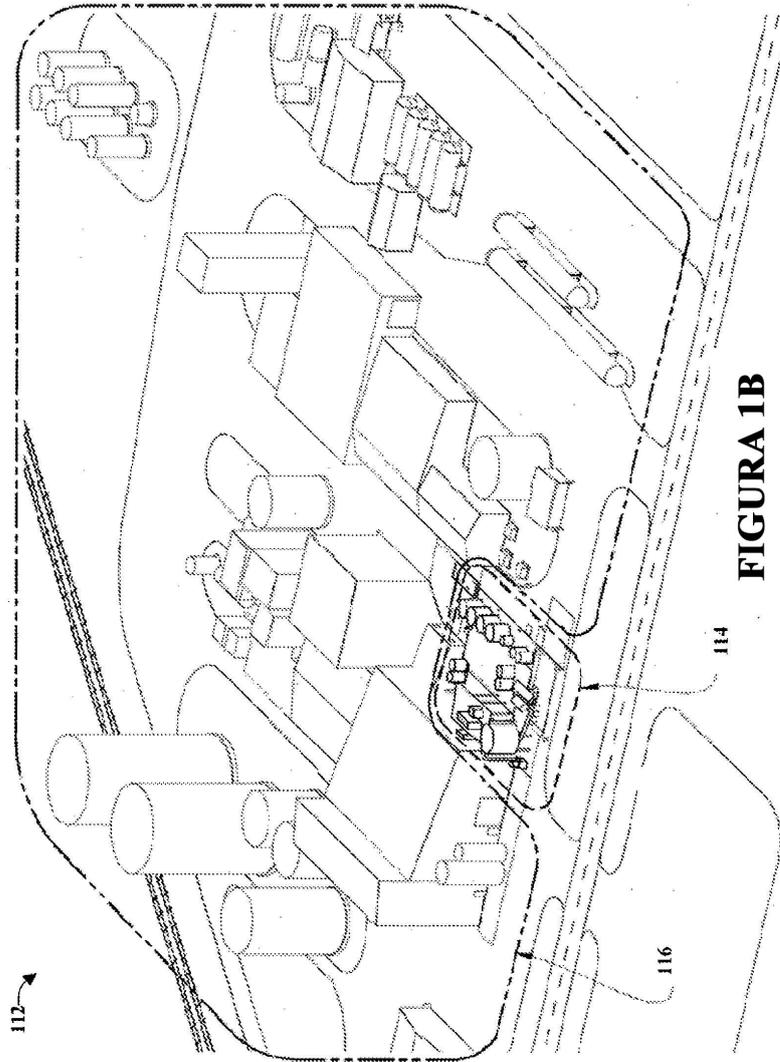


FIGURA 1A



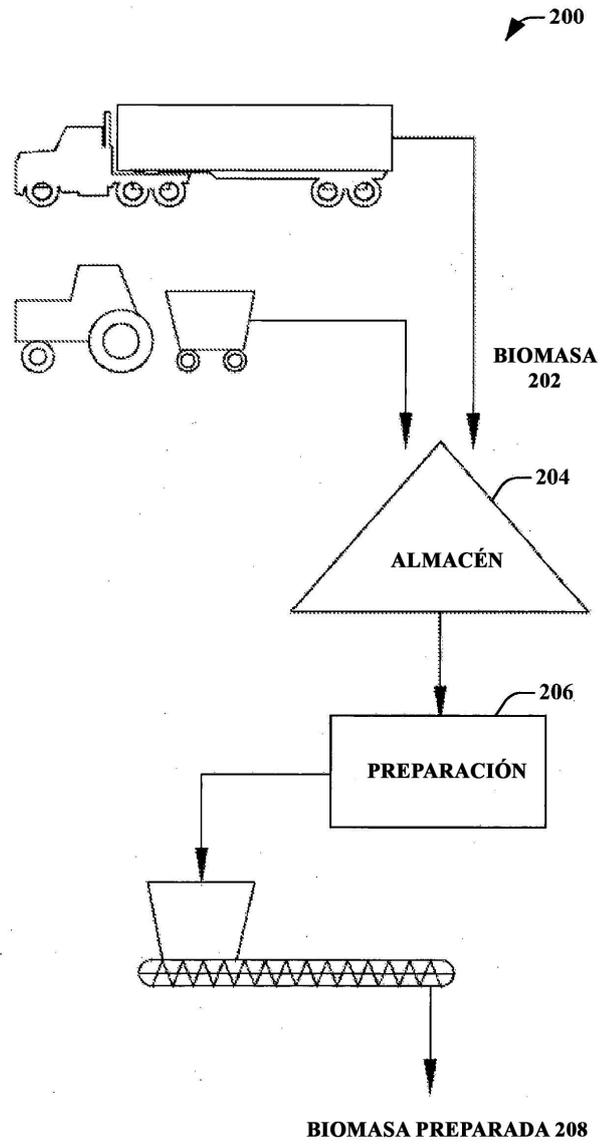


FIGURA 2

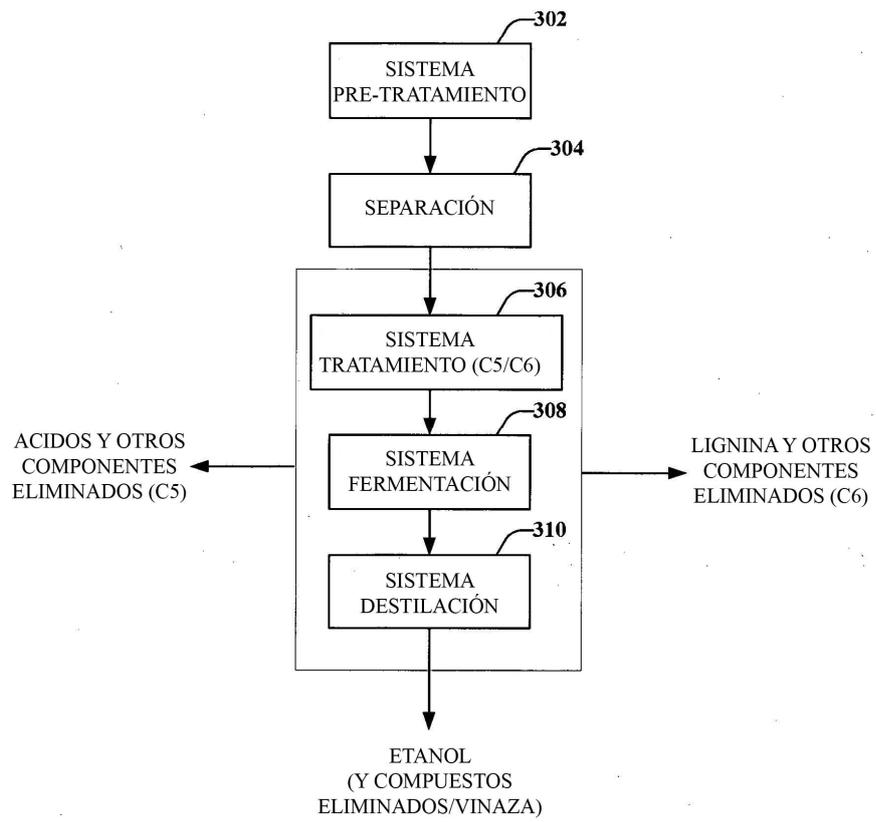


FIGURA 3

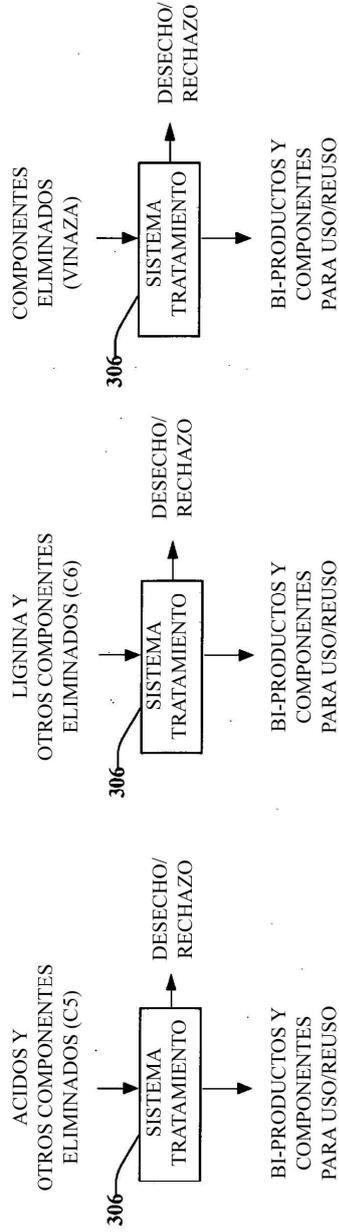


FIGURA 4A

FIGURA 4B

FIGURA 4C

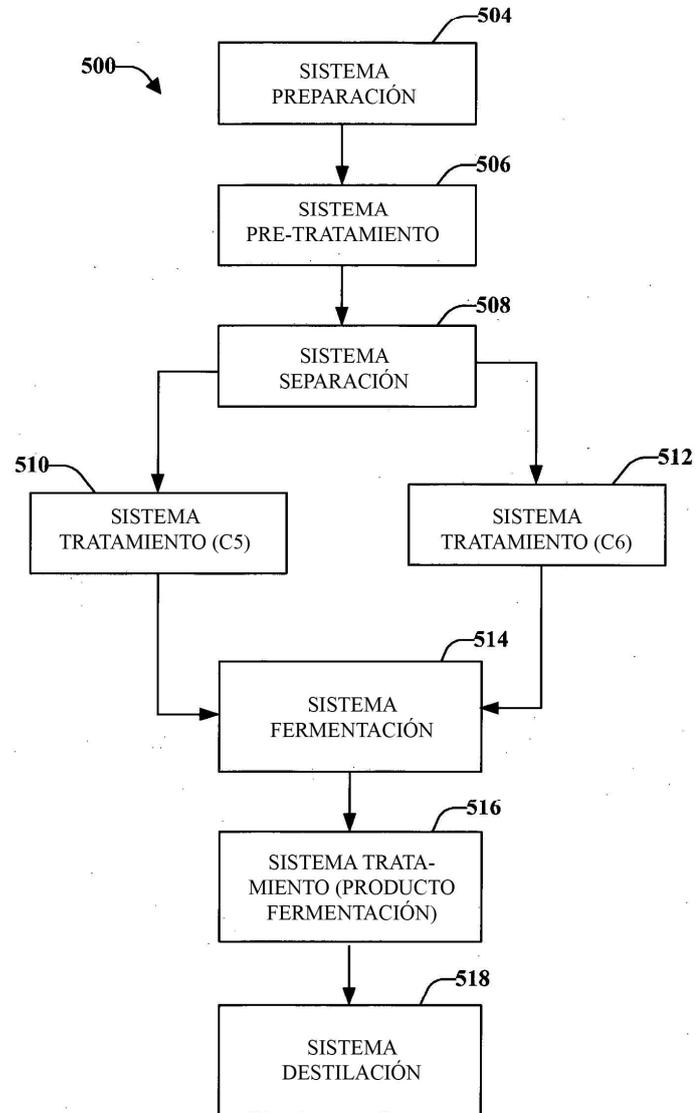


FIGURA 5A

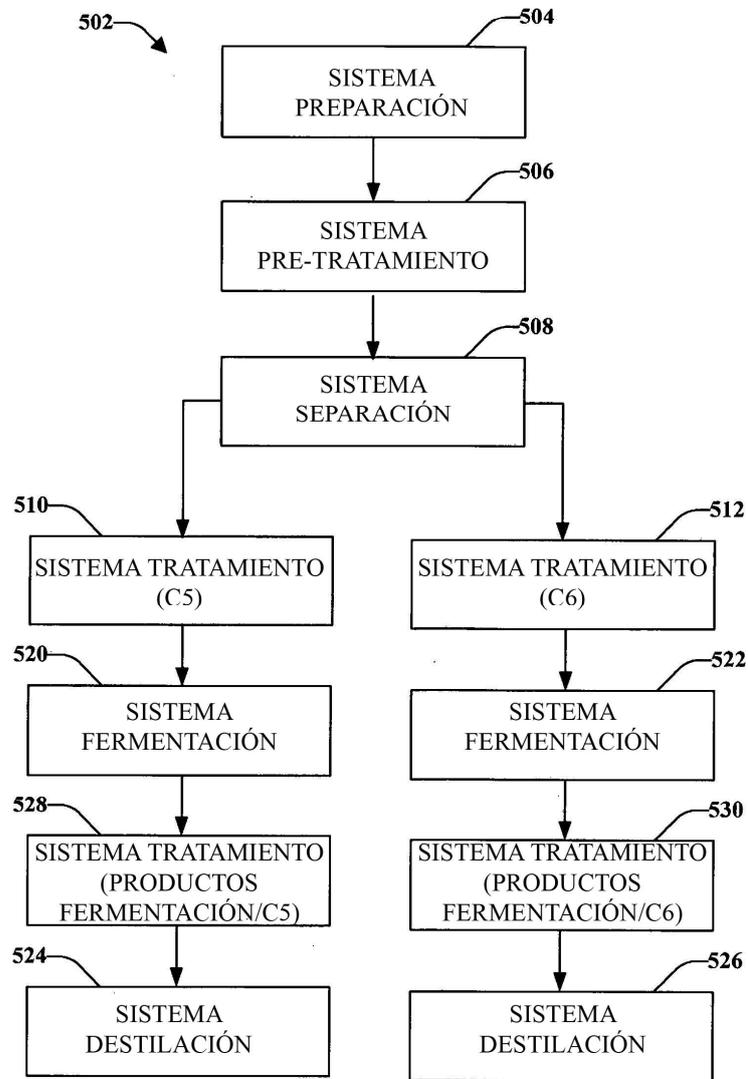


FIGURA 5B

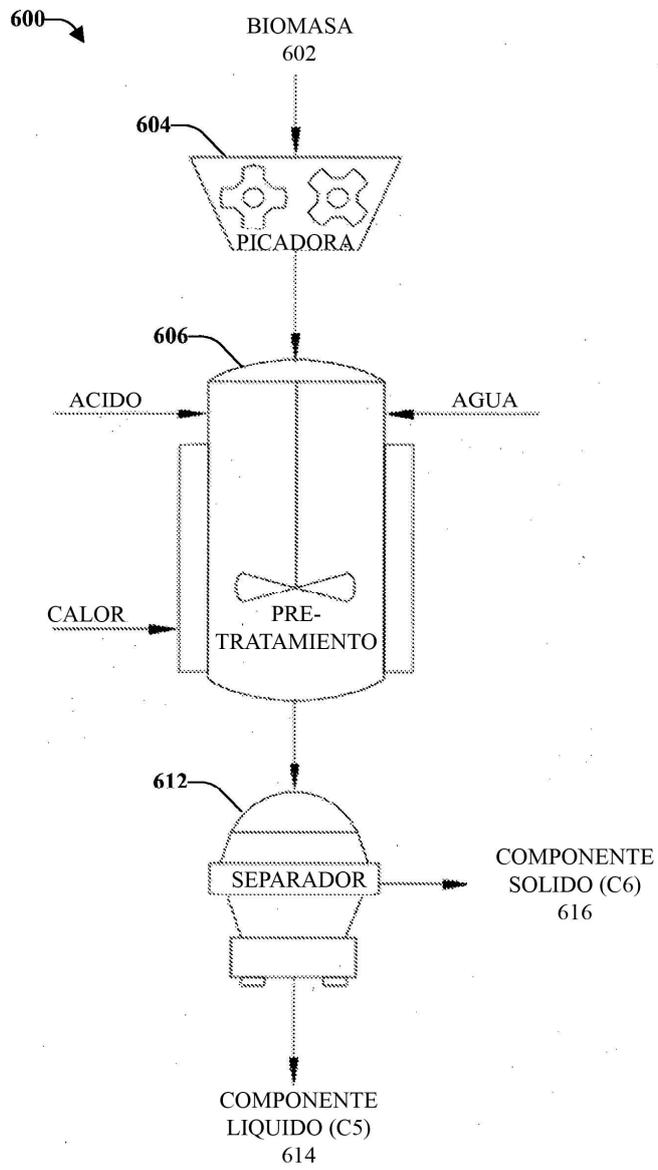


FIGURA 6A

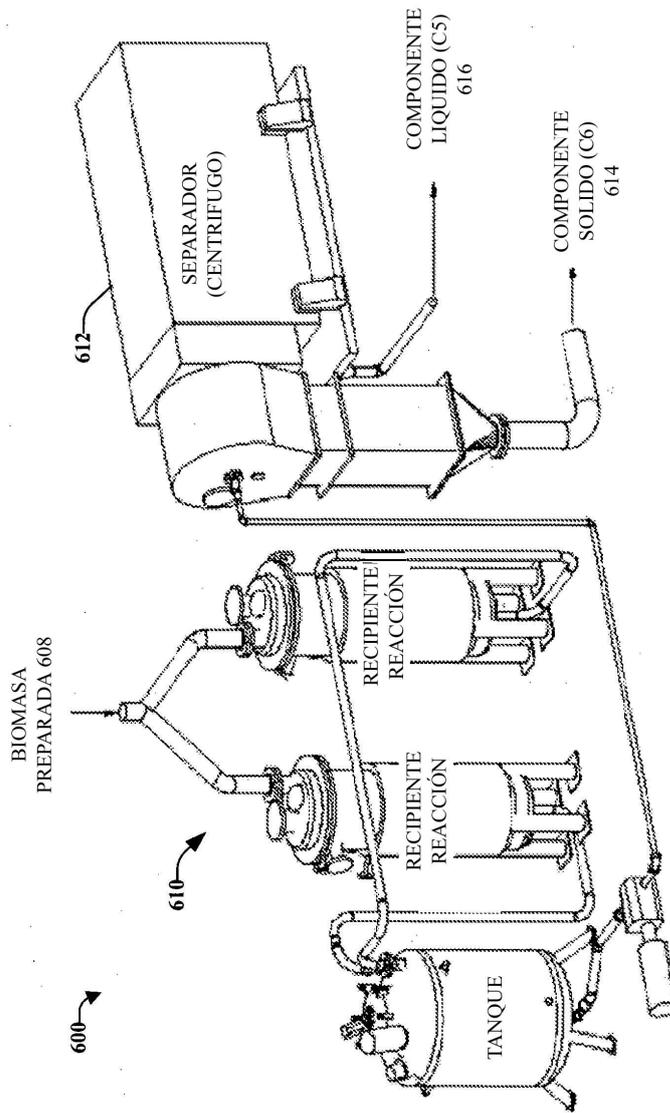


FIGURA 6B

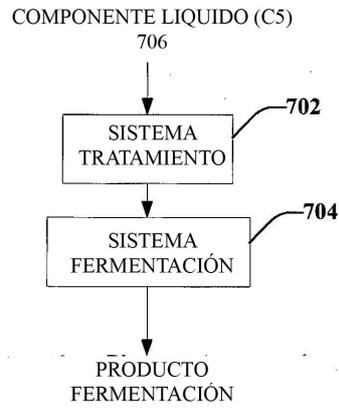


FIGURA 7A

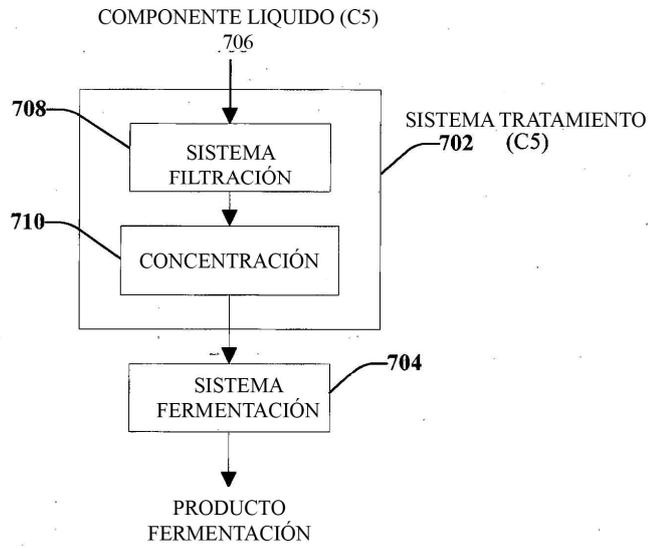


FIGURA 7B

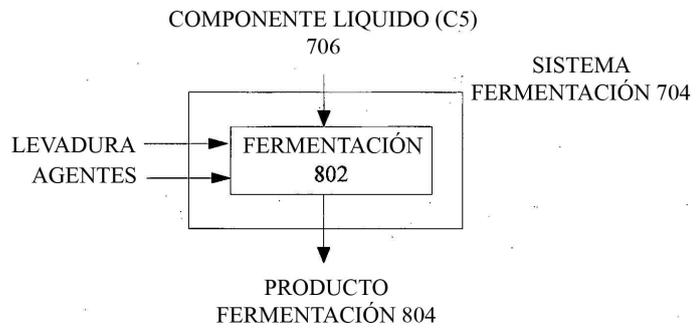


FIGURA 8A

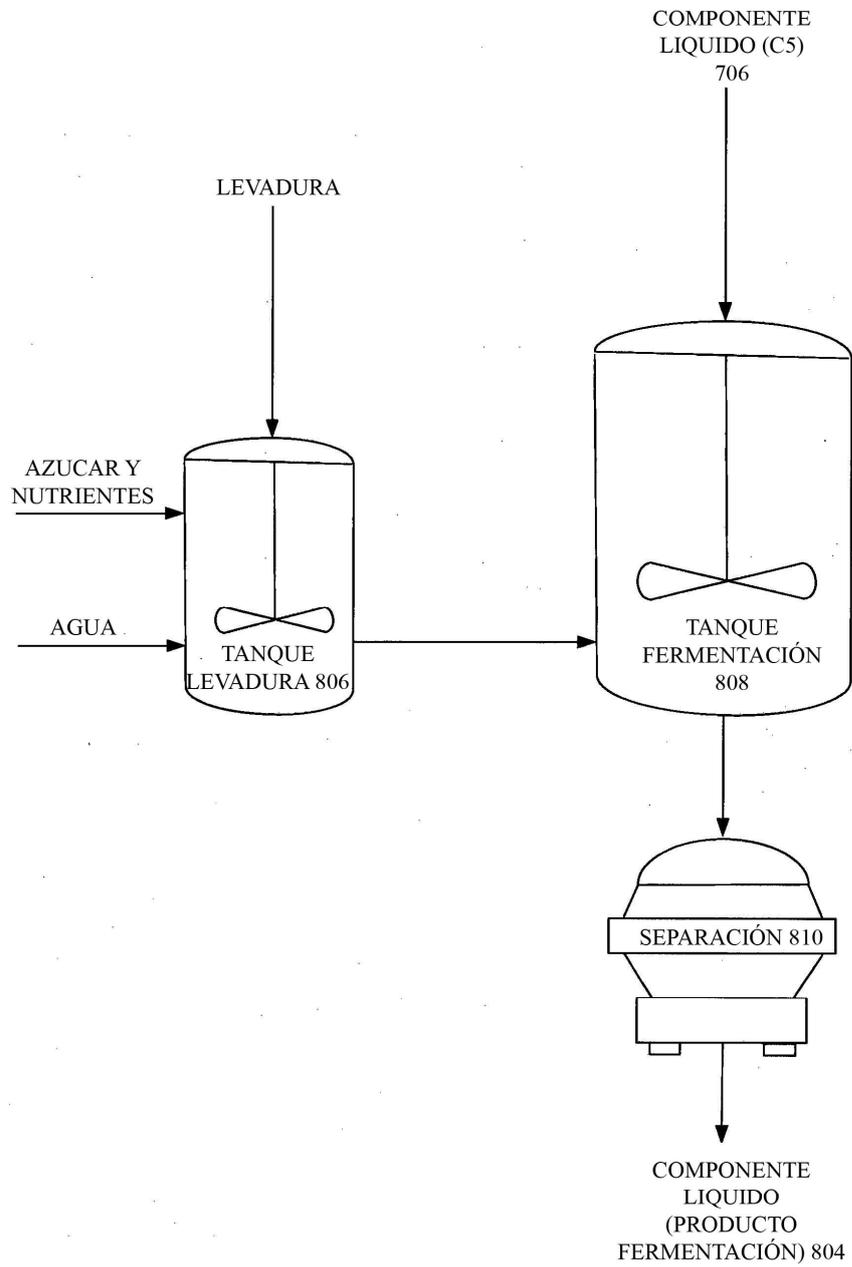


FIGURA 8B

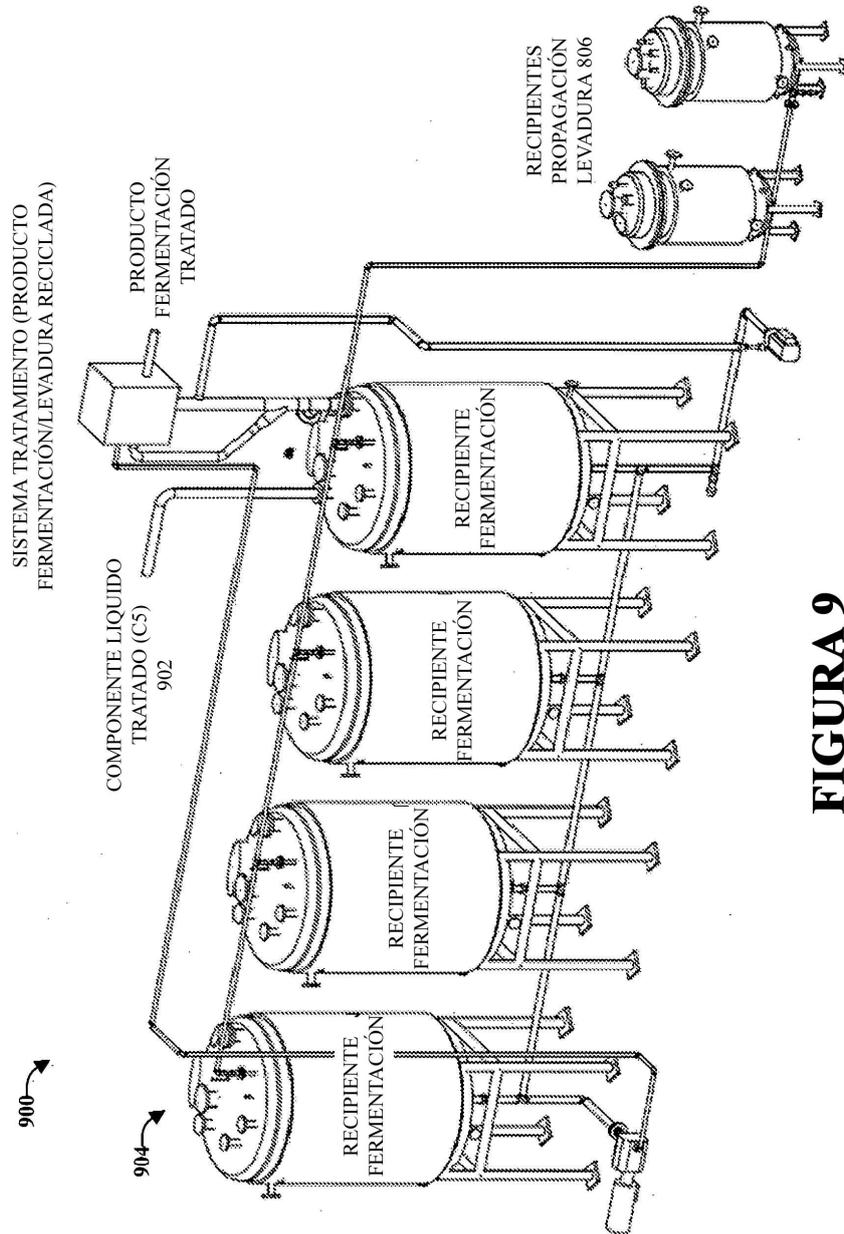


FIGURA 9

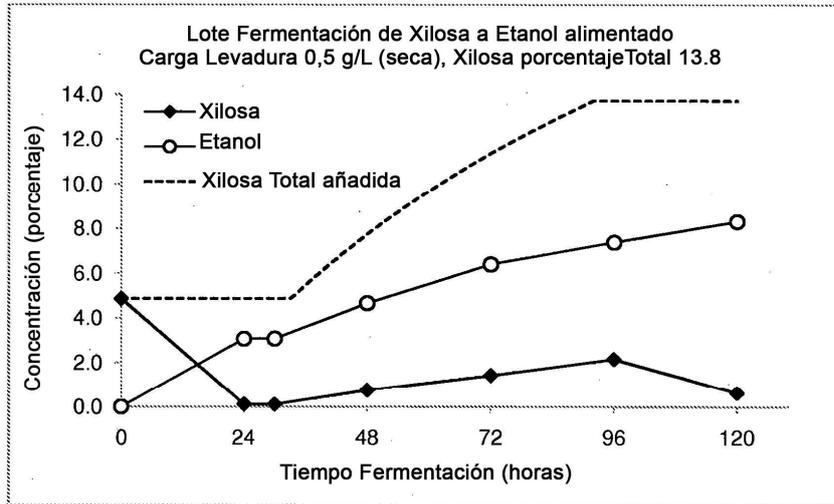


FIGURA 10A

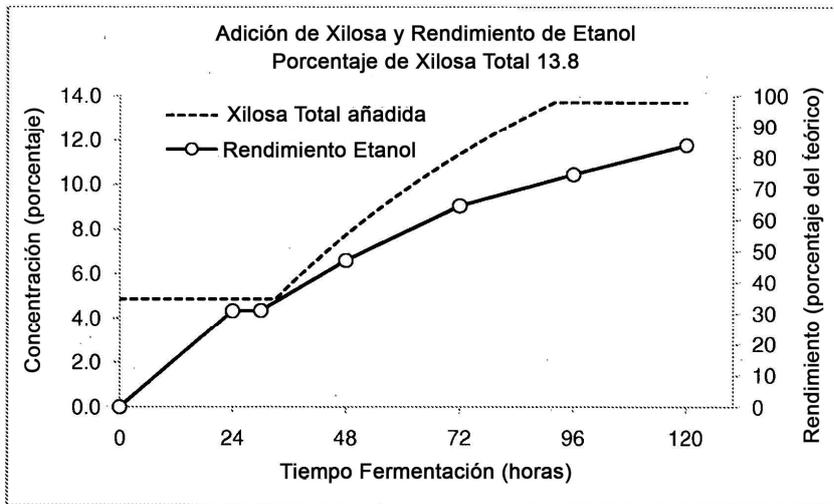


FIGURA 10B

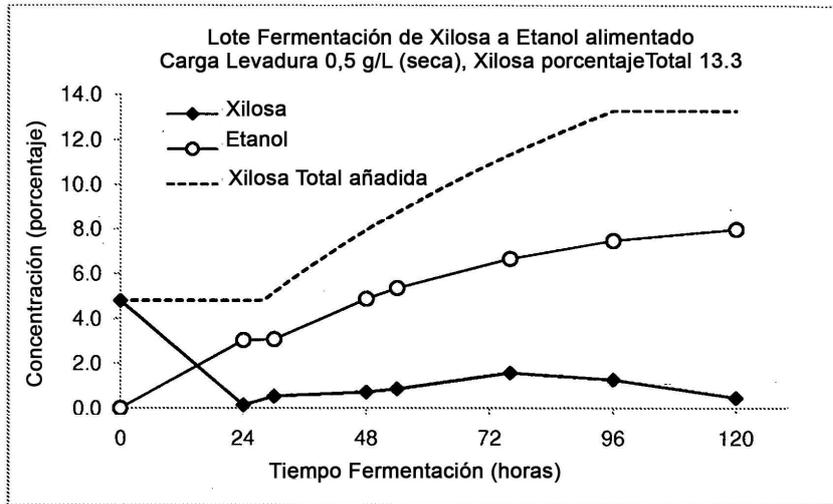


FIGURA 11A

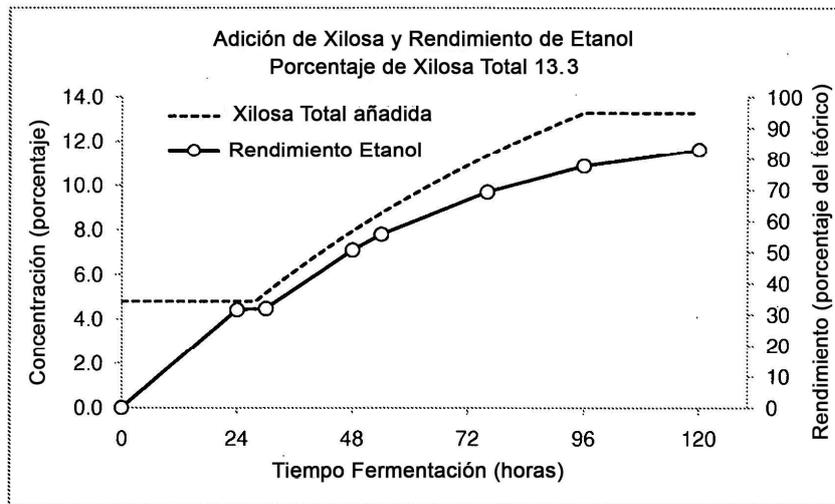


FIGURA 11B

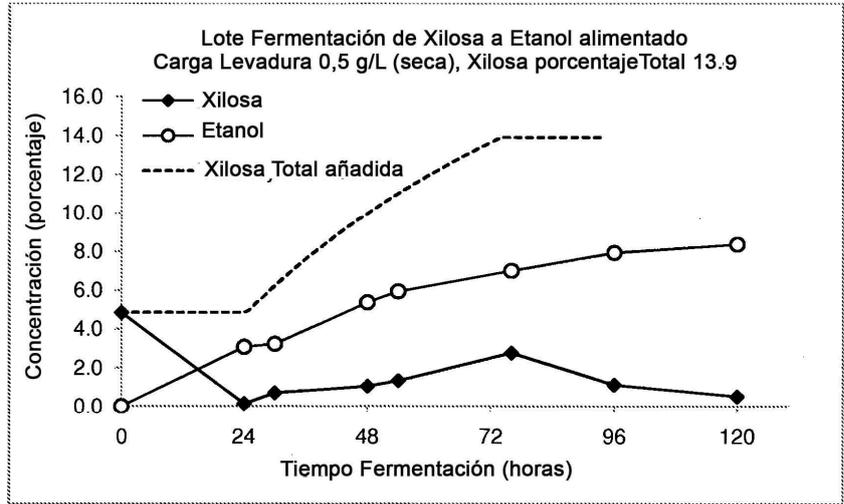


FIGURA 12A

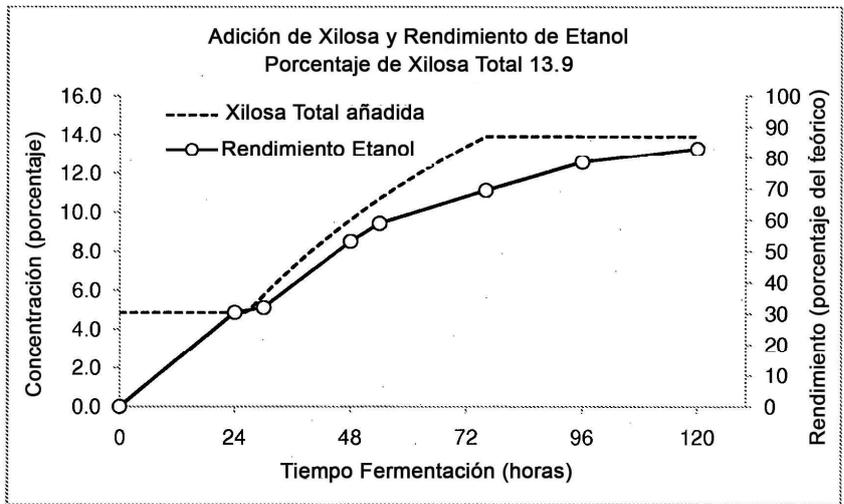


FIGURA 12B

TABLA 1A

Composición Biomasa

Mazorca (porcentaje)	Cascaras/ Hojas (porcentaje)	Tallo (porcentaje)	Celulosa (Glucan) (porcentaje)	Hemicelulosa				Lignina (porcentaje)	Cenizas (porcentaje)
				Xilan (porcentaje)	Arabinan (porcentaje)	Acetato (porcentaje)	Composite (porcentaje)		
100	0	0	36.0	33.3	3.6	3.0	39.9	14.9	2.2
0	100	0	37.2	25.6	4.9	2.2	32.7	13.0	7.7
0	0	100	41.7	22.5	2.4	2.6	27.5	18.3	3.7
50	0	50	38.8	27.9	3.0	2.8	33.7	16.6	3.0
50	50	0	36.6	29.5	4.2	2.6	36.3	14.0	5.0
30	50	20	37.7	27.3	4.0	2.5	33.8	14.6	5.3

TABLA 1B

**Biomasa
Composición Típica y Esperada**

	Celulosa (Glucan) (porcentaje) (aprox.)	Hemicelulosa (porcentaje) (aprox.)	Lignina (porcentaje) (aprox.)	Cenizas (porcentaje) (aprox.)
Rango Típico	35-45	24-42	12-20	2-8
Rango Esperado	30-55	20-50	10-25	1-10

TABLA 2A

**Biomasa Pre-tratada
Composición componente líquido**

Mazorca (porcentaje)	Cascaras/ Hojas (porcentaje)	Tallo (porcentaje)	Celulosa (porcentaje)	Xilosa (porcentaje)	Arabinosa (porcentaje)	Acido Acético (PPM)
100	0	0	0.4	4.8	0.5	6090
0	100	0	0.4	2.7	0.5	3400
0	0	100	0.4	4.2	0.4	6180
50	0	50	0.4	4.5	0.4	6135
30	50	20	0.4	3.6	0.5	4763

TABLA 2B

**Biomasa Pre-tratada
Componente Líquido
Composición Típica y Esperada**

	Glucosa (porcentaje) (aprox.)	Xilosa (porcentaje) (aprox.)	Arabinosa (porcentaje) (aprox.)	Acido Acético (PPM) (aprox.)
Rango Típico	0-1	2-6	0-1	3000-6400
Rango Esperado	0-1	1-8	0-1	2000-8000

TABLA 3A

**Biomasa Pre-tratada
Composición Componentes Sólidos**

Mazorca (porcentaje)	Cascaras/ Hojas (porcentaje)	Tallo (porcentaje)	Celulosa (Glucan) (porcentaje)	Hemicelulosa				Lignina (porcentaje)	Cenizas (porcentaje)
				Xilan (porcentaje)	Arabinan (porcentaje)	Acetato (porcentaje)	Composite (porcentaje)		
100	0	0	60.2	9.5	0.9	0.3	10.7	26.7	1.2
0	100	0	54.4	1.3	0.7	0.7	10.4	23.8	9.7
0	0	100	51.1	1.4	1.0	1.0	15.4	27.3	3.1
50	0	50	55.7	5.5	0.9	0.6	13.1	27.0	2.2
50	50	0	57.3	5.4	0.8	0.5	10.6	25.2	5.4
30	50	20	55.5	3.8	0.8	0.6	11.5	25.4	5.8

TABLA 3B

**Biomasa Pre-tratada
Componentes Sólidos
Composición Típica y Esperada**

	Celulosa (Glucan) (porcentaje) (aprox.)	Hemicelulosa (porcentaje) (aprox.)	Lignina (porcentaje) (aprox.)	Cenizas (porcentaje) (aprox.)
Rango Típico	48-62	8-17	22-30	1-10
Rango Esperado	45-65	5-20	20-32	1-10

TABLA 4

Tiempo (horas)	Xilosa (porcentaje w/v)	Etanol (porcentaje v/v)	Rendimiento (porcentaje del teórico)
0	4.9	0.0	0
24	0.1	3.1	31
30	0.1	3.1	31
48	0.7	4.7	47
72	1.4	6.4	65
96	2.2	7.4	75
120	0.6	8.3	84

TABLA 5

Tiempo (horas)	Xilosa (porcentaje w/v)	Etanol (porcentaje v/v)	Rendimiento (porcentaje del teórico)
0	4.8	0.0	0
24	0.1	3.0	32
30	0.5	3.1	32
48	0.7	4.9	51
54	0.9	5.4	56
76	1.6	6.7	69
96	1.3	7.5	78
120	0.5	8.0	83

TABLA 6

Tiempo (horas)	Xilosa (porcentaje w/v)	Etanol (porcentaje v/v)	Rendimiento (porcentaje del teórico)
0	4.8	0.0	0
24	0.1	3.1	30
30	0.7	3.2	32
48	1.0	5.4	53
54	1.3	5.9	59
76	2.8	7.0	69
96	1.1	7.9	79
120	0.5	8.4	83