(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 704 829**

(51) Int. CI.:

C12P 7/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.05.2007 PCT/US2007/068240**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2007 WO07131167**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.05.2007 E 07761887 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2016184**

(54) Título: **Proceso mejorado de etanol mediante la eliminación de sólidos antes de la fermentación**

(30) Prioridad:

04.05.2006 US 797532 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2019

(73) Titular/es:

CROWN IRON WORKS COMPANY (100.0%)
2500 West County Road C
Roseville, MN 55113, US

(72) Inventor/es:

TEETER, FLOYD, C., JR.

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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 mejorado de etanol mediante la eliminación de sólidos antes de la fermentación

Campo técnico

La presente invención se refiere a la producción de etanol a partir de granos y otra biomasa, incluido el maíz, y se refiere, en particular, a un proceso de preparación, para su procesamiento en etanol, de una corriente de partículas de biomasa que contiene almidón, la cual tiene un porcentaje significativo de fibra.

Antecedentes de la invención

Una solución al problema de la dependencia de fuentes extrañas de energía, particularmente del combustible para vehículos de motor, consiste en convertir la biomasa en etanol. Los procesos actualmente disponibles utilizan el maíz (*Zea mays*) u otra biomasa que contiene almidón.

Por cuestiones de eficiencia, el proceso debe convertir un gran porcentaje de la biomasa en etanol. El proceso debe desarrollarse rápidamente para que la planta pueda producir la cantidad máxima de etanol por unidad de tiempo.

El maíz es una sustancia preferida usada para la producción de etanol. Como es bien sabido, los granos de maíz comprenden una porción de germen y una porción de carbohidratos. La porción de germen comprende aproximadamente el 8 % del peso total. El germen contiene alrededor de un 40 % en peso del valioso aceite de maíz, así como algunos carbohidratos y fibra. La porción de carbohidratos comprende almidón, azúcar y fibra y casi no contiene aceite. Sobre la base de su peso, los granos de maíz contienen aproximadamente entre 6 y 7 % de aceite, entre 60 y 70 % de carbohidratos, entre 20 y 25 % de fibra y entre 10 y 12 % de agua.

Un proceso eficiente del etanol utiliza enzimas para convertir los almidones de la biomasa en azúcar antes de la fermentación. El proceso fermenta los azúcares de cualquier tipo para producir CO_2 y el etanol, pero no puede convertir el almidón en etanol. Dado que el CO_2 es un gas de efecto invernadero, cuanto menos CO_2 se produzca, mejor.

En los procesos actuales de etanol con maíz, el maíz se muele y se mezcla con un disolvente, para formar una suspensión de maíz molido. Esta suspensión comprende tanto la porción de germen como la de carbohidratos. Las enzimas añadidas a la suspensión convierten el almidón en azúcar. Entonces, la fermentación del azúcar en la suspensión produce etanol. Una etapa de destilación separa el etanol de la suspensión. El etanol se refina aún más, hasta adquirir una forma utilizable como combustible para automóviles.

El proceso común de producción de etanol tiene una serie de problemas. Una es la falta de eficiencia. Resulta que la suma de todas las entradas de energía necesarias para producir una medida unitaria de maíz no es mucho menor que el contenido de energía del etanol proporcionado por esa medida unitaria. Por supuesto que mediante el proceso de etanol se obtienen algunos subproductos útiles, como alimento para animales y el aceite de maíz, que se puede utilizar en la fabricación de plásticos. Pero en general, los procesos actuales de producción de etanol no son extraordinariamente eficientes.

En segundo lugar, los procesos actuales de etanol producen más aceite de fusel contaminante en el etanol destilado que lo deseable. El aceite de fusel es un alcohol aromático que reduce la velocidad y la eficiencia en la etapa de destilación. El aceite de fusel es un subproducto del aceite de maíz que llega al tanque de fermentación. Por consiguiente, la eliminación de la mayor cantidad posible de aceite de maíz de la mezcla de maíz molida reduce la concentración del aceite de fusel.

Breve descripción de la invención

Un proceso de acuerdo con la invención se caracteriza por: mezclar la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón con un disolvente líquido, para disolver al menos una porción del almidón presente en la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón, a fin de formar una corriente de una suspensión de carbohidratos que contenga almidón disuelto en el disolvente líquido y la fibra; transferir la corriente de la suspensión de carbohidratos a un tanque de sedimentación; mantener la corriente de la suspensión de carbohidratos en el tanque de sedimentación durante un período tal como para permitir que una porción de las fibras se asiente en el fondo del tanque; luego de eso, retirar el volumen superior de la corriente de carbohidratos disueltos para formar una corriente de carbohidratos líquidos desde la cual se ha retirado una porción de la fibra, y luego mezclar una enzima con la corriente de carbohidratos líquidos, para convertir al menos una porción del almidón presente en la corriente de carbohidratos líquidos en azúcares. El disolvente es una solución de etanol-agua. En una mejora del proceso adecuado para su uso con maíz desgranado u otra biomasa que tenga una porción de germen que contenga aceite y una porción no germinal que comprenda principalmente carbohidratos y fibra, el proceso de la invención se modifica para procesar los granos de maíz secos y comprende, antes de formar la corriente de biomasa que contiene almidón: moler los granos de maíz para formar partículas, en donde algunas partículas son partículas de germen que comprenden predominantemente material germinal de los granos y otras partículas son partículas de almidón, que comprenden predominantemente material de almidón proveniente de los granos; separar mecánicamente al menos parte de las partículas predominantemente de germen de las partículas de almidón, para formar una corriente de partículas de germen con el resto de las partículas,

formando una corriente de biomasa que contiene almidón.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1 y 2 juntas forman un diagrama de bloques de una planta de producción de etanol que incorpora la invención.

Descripción de las realizaciones preferidas

Las figuras 1 y 2 muestran una planta que utiliza un proceso de flujo continuo de manera eficiente, para producir etanol y aceite de maíz. La planta en particular que se muestra tiene etapas frontales y paralelas del proceso, diseñadas específicamente para el maíz desgranado. Cuando se utiliza biomasa que no contiene almidón de maíz, partes de la planta son adecuadas para convertir esta biomasa que no contiene maíz en etanol, con una eficiencia que puede ser mayor que la que se obtiene actualmente.

Cuando el maíz es la biomasa, el aceite de maíz es un subproducto valioso de este proceso. Si se usa otra biomasa distinta del maíz, se pueden omitir las etapas que separan las porciones germinales y no germinales de los granos individuales, y que procesan la porción germinal.

La figura 1 muestra los componentes de la planta que realizan el procesamiento inicial para separar parcialmente el germen de maíz, de la porción no germinal o de almidón y azúcar (carbohidratos), y que procesa los componentes de almidón y azúcar del maíz desgranado. La figura 2 muestra los componentes de la planta que extraen aceite de la porción germinal del maíz y que procesan los componentes restantes de la porción germinal para la producción de etanol.

Procesamiento frontal del maíz

En la figura 1, el maíz en grano suelto se almacena en un contenedor 32. El maíz en grano fluye en una corriente continua hacia un molino o una trituradora 36. Idealmente, el molino 36 tritura el maíz en grano hasta una finura que crea partículas individuales que son esencialmente todas de germen o bien, no germinales. Como se mencionó, el germen representa inicialmente alrededor del 8 % de todo el grano. Las partículas que comprenden principalmente material germinal de los granos tienen una gravedad específica apenas más alta que las partículas no germinales.

Con preferencia, las partículas individuales que salen del molino 36 tienen una dimensión máxima variable en el intervalo de 0,3 a 0,6 mm y un rango dimensional mínimo que quizá alcanza la mitad de dicho intervalo. Esto corresponde a un molino de rodillos cuyos rodillos están configurados con una separación de 0,2-0,4 mm. Por razones que se explicarán más adelante, se prefieren las partículas de este tamaño.

El maíz molido forma una corriente de partículas, en adelante denominada “corriente de harina seca”, que se suministra a un separador mecánico 39. En la versión que se muestra, el separador 39 utiliza las diferentes gravedades específicas de las partículas contenidas en la corriente de harina seca para separar aquellas que tienen una mayor gravedad específica y que contienen el germen, de aquellas que comprenden solo material de carbohidratos. Con preferencia, el separador 39 tiene un diseño de aspiradora, que inyecta aire en una toma de aire 38, cerca del fondo del separador 39. El aire fluye hacia arriba, a través de las partículas de maíz que caen en la parte superior y a través del separador 39.

Otra versión de la separación mecánica se basa en la característica del maíz molido, en el que las partículas de la porción germinal son ligeramente más grandes que las de las porciones no germinales. Para partículas de harina comprendidas en el intervalo mencionado, la velocidad del aire que fluye hacia arriba puede variar en el intervalo de 50 a 150 fpm. Una corriente de harina que tenga partículas comprendidas en el extremo superior del intervalo de tamaño preferido necesita una velocidad del aire ligeramente mayor. Las partículas más pequeñas requieren una menor velocidad del aire. La experimentación sugiere que las partículas demasiado pequeñas no permiten la separación eficiente de las partículas de germen de las no germinales.

El separador 39 divide la corriente de harina de maíz en una corriente de carbohidratos y una corriente de germen. La corriente de carbohidratos sale por la parte superior del separador 39 y fluye a través de un primer conducto o tubería 15, hacia un precipitador de partículas 13. El germen de maíz cae hacia abajo, a través del separador 39, fluyendo desde la parte inferior del separador 39, como una corriente de germen, hacia un segundo conducto o tubería 37 y hacia un extractor de aceite 90, véase la figura 2. El elemento conector B simboliza la continuación del conducto 37 de la figura 1 a la figura 2.

La separación de las porciones del germen y de carbohidratos de la corriente de harina en el separador 39 dista mucho de ser perfecta. Por lo general, el separador 39 duplica aproximadamente la concentración de germen en la corriente de germen a un porcentaje aproximado de 15-20 %, respecto del 8 % en peso aproximadamente en la corriente de harina. Las partículas de germen puras pueden comprender alrededor del 40 % de aceite de maíz, por lo que la concentración del aceite de maíz en la corriente de germen puede variar entre alrededor del 6 y del 8 %. Por otro lado, casi ninguna partícula de germen fluye hacia la corriente de carbohidratos. Por lo tanto, en la corriente de carbohidratos hay poco aceite de maíz o nada.

Procesamiento de la corriente de carbohidratos

La velocidad del aire que fluye a través del conducto 15 y que lleva una mayor proporción de [SIC] se desacelera cuando entra en el precipitador 13. Las partículas suspendidas en el aire en movimiento caen hacia el fondo del precipitador 13, a medida que el aire se desacelera dentro del precipitador 13. En una versión, un ventilador 17 conectado en la parte superior del precipitador 13 extrae el aire a través de un filtro, del precipitador 13. El vacío que crea el ventilador 17 en el precipitador 13 se propaga hacia el separador 39, a través del conducto 15, lo cual causa la toma de aire a través de la toma de aire 38.

La corriente de carbohidratos cae en la toma 65 de un primer extractor de carbohidratos del tipo taladro 60. El procesamiento de la corriente de carbohidratos a medida que entra en el extractor 60 es adecuado para una amplia gama de biomasa fermentable. Por lo tanto, la caña de azúcar, la remolacha azucarera y otras fuentes de almidón o azúcar pueden molerse a un tamaño adecuado de partículas y suministrarse a la entrada 65.

La toma 65 usa un taladro para empujar la corriente de carbohidratos hacia una cámara 56 del extractor 60, mantenida a una presión relativamente alta, quizás de 150 a 350 psi. La toma 65 incluye un obturador o bloqueo de aire que retiene la presión dentro de la cámara 56. Un motor hace girar lentamente el taladro del extractor 60 para mover la corriente de carbohidratos hacia la salida, en el extremo derecho de la cámara 56.

Una bomba 23 suministra un disolvente de carbohidratos, con preferencia, una solución de etanol-agua (también llamada disolvente polar), desde un tanque de suministro 26 mantenido a una presión relativamente alta, tal vez de 3000 a 5000 psi, hacia la cámara de extracción 56. El disolvente se rocía dentro de la corriente de carbohidratos en la cámara 56, y disuelve los carbohidratos de la corriente de carbohidratos para producir una corriente de carbohidratos líquidos en forma de una suspensión fina, que fluye a través de una válvula de estrangulamiento 68, hacia un tanque de sedimentación 71. Actualmente, la relación en peso preferida de velocidad de flujo del disolvente a la velocidad de flujo de la corriente de carbohidratos en la cámara 56 es de aproximadamente 2:1, aunque también pueden ser adecuadas relaciones ubicadas en el intervalo de aproximadamente 3:2 a 3:1.

La válvula de estrangulamiento 68 reduce aproximadamente a la presión la atmosférica, la presión de la corriente de carbohidratos líquidos que fluye desde el extractor 60 hacia el tanque de sedimentación 71. La corriente de carbohidratos líquidos que fluye al tanque 71 tiene una cantidad sustancial de material en partículas, que comprende principalmente fibra.

El tanque de sedimentación 71 puede ser cualquiera de los tipos articulados que agitan lentamente y desplazan los sólidos sedimentados hacia un extremo del tanque 71. El tanque 71 tiene un puerto cerca de la parte superior, a través del cual el fluido drena o decanta como una corriente de carbohidratos líquidos que fluye hacia un extractor de etanol 74.

Los sólidos que permanecen en la cámara 56 del extractor 60 fluyen hacia una unidad desolventizadora 59, que vaporiza el disolvente de etanol-agua. Los vapores del disolvente fluyen hacia un condensador 42, que condensa los vapores del disolvente. Una válvula de estrangulamiento 57 que forma parte del condensador 42 reduce la presión de los vapores del disolvente aproximadamente a la presión atmosférica en la unidad desolventizadora 59. La bomba 53 transporta el disolvente condensado hacia un procesador 29. La bomba 29 debe producir la presión adecuada para forzar el disolvente líquido hacia el fondo de un tanque 26, que puede tener el disolvente en reposo a una altura de 30 m o más. El procesador 29 representa componentes que reequilibran el disolvente líquido de etanol y agua y lo suministran al tanque 26 para su reutilización.

Los sólidos fluyen desde la unidad desolventizadora 59 para su posterior procesamiento y conversión en un alimento para animales. El procesamiento hasta este punto ha eliminado la mayor parte del disolvente de los sólidos.

En el tanque de sedimentación 71, gran parte del material en partículas en la corriente de carbohidratos líquidos se asienta en el fondo, donde fluye hacia afuera a través de un puerto cerca del fondo del tanque 71, como una corriente en suspensión hacia la unidad desolventizadora 72.

La unidad desolventizadora 72 retira el etanol de la corriente en suspensión, que fluye hacia el condensador 48 y la bomba 51. Desde la bomba 51, el etanol condensado fluye hacia el procesador 29 para su reutilización. Cuando la composición de la corriente en suspensión proporcionada por el tanque de sedimentación 71 es diferente de la provista por la unidad desolventizadora 59, el procesamiento de la suspensión de sedimentación en la unidad de desolventizante 72 difiere del de los sólidos de la unidad desolventizadora 59. Cuando la composición de los sólidos que salen del tanque 71 es similar a la de los que salen del extractor 60, la salida del tanque 71 puede fluir hacia la unidad desolventizadora 59.

El extractor 74 vaporiza la mayor parte del etanol que queda en la corriente de carbohidratos líquidos. Los vapores del disolvente fluyen a través de una tubería o conducto como lo indica el elemento conector A, hacia un condensador 45 que condensa los vapores de etanol. La bomba 53 lleva los vapores de etanol condensados desde el condensador 45 hasta la presión de entrada del elemento 29, y suministra los vapores de etanol condensados al elemento 29. El extractor 74 puede comprender varias etapas de eliminación de etanol, empleando destilación y otros medios también. La industria entiende bien esta tecnología de extracción de etanol.

En esta etapa, la corriente de carbohidratos líquidos lleva muy poco material sólido (fibra). La corriente de carbohidratos líquidos fluye hacia un digestor 77, donde las enzimas se mezclan con la corriente de carbohidratos líquidos para convertir los almidones presentes en la corriente de carbohidratos líquidos en azúcar. Los procesos de fermentación utilizados en la actualidad no pueden convertir fácilmente el almidón en etanol. El CO_2 es un subproducto normal del proceso de fermentación, y es proporcionado por la tubería indicada por el elemento conector C a la porción de eliminación del aceite del proceso.

El digestor 77, el fermentador 83 y el extractor de etanol 80 son dispositivos convencionales. Sin embargo, la eliminación de casi toda la fibra de la corriente de carbohidratos líquidos antes de ingresar al digestor 77 — como lo hacen el extractor 60 y el tanque de sedimentación 71— mejora sustancialmente la eficiencia del proceso.

El etanol proveniente del extractor 80 se almacena en un tanque 86 para su distribución a los usuarios. Parte del etanol del tanque 86 fluye hacia el procesador 29 a través de una bomba 88, para reemplazar el etanol perdido en el proceso de extracción. Un sistema de retroalimentación adecuado puede controlar la cantidad de etanol de reemplazo provisto al procesador 29.

Procesamiento de la corriente de aceite

La separación mecánica del germen y el carbohidrato por el separador 39 produce la corriente de germen transportada en el conducto 37. El elemento conector B simboliza el flujo de la corriente de germen hacia un extractor 90, que opera en un modo de doble disolvente.

El contenido de aceite de la corriente de germen se disuelve mediante el CO_2 líquido proporcionado por el tanque de CO_2 96. Con preferencia, el CO_2 presente en el tanque 96 es el que proporciona el fermentador 83 como un subproducto natural de la fermentación. La bomba 93 recibe el CO_2 del fermentador 83, a través del elemento conector C y comprime este gas CO_2 para licuarlo. Un intercambiador de calor puede ser integral con la bomba 93 o con el tanque 96, para enfriar el CO_2 líquido o incluso, para permitir que ocurra la licuación.

Una bomba 99 eleva la presión del CO_2 líquido que ingresa a la cámara 105 a un intervalo de aproximadamente 4000-8500 psi. El CO_2 líquido ingresa en un extractor de aceite 90, en el extremo corriente arriba de una cámara de extracción 105.

Estructuralmente, el extractor 90 puede ser bastante similar al extractor de carbohidratos 60. Sin embargo, el extractor 90 funciona en un modo dual, que retira tanto el aceite como los carbohidratos de la corriente de germen.

El extractor 90 tiene una toma 102 que recibe la corriente de germen y fuerza el ingreso de esta corriente de germen a una cámara de extracción 105. La toma 102 incluye una oclusión o bloqueo de aire, como el taladro mostrado, que retiene la presión dentro de las cámaras 105 y 107. Extractor 90 difiere del extractor 60 debido a la toma de CO_2 a alta presión en el extremo corriente arriba de la cámara 105.

El CO_2 líquido que entra en la cámara 105 disuelve el aceite de maíz en el material de la corriente de germen dentro de la cámara 105. El CO_2 líquido con aceite disuelto fluye desde la cámara 105 a través de una válvula de estrangulamiento 112 hacia los elementos convencionales de procesamiento y almacenamiento. Estos elementos retiran el CO_2, quizás eliminando el CO_2, y refinan el aceite para su uso en alimentos, plásticos y otros fines industriales.

La corriente de germen luego fluye hacia la sección que está corriente abajo de la cámara 105 para eliminar gran parte de los materiales de carbohidratos presentes en la corriente de germen. La sección que se encuentra corriente abajo de la cámara 105 funciona como un extractor, de una manera muy similar a la del extractor 60. Una solución de etanol-agua ingresa a la cámara 105 en un punto intermedio y se mezcla con la corriente de germen.

La salida en el extremo corriente abajo de la cámara 105 es muy similar a la del extractor 60. Los sólidos fluyen a través de la válvula de estrangulamiento 108, hacia una unidad 148, similar a la unidad 59. El etanol en estos sólidos se vaporiza y fluye hacia el condensador 110 y la bomba 119. La bomba 119 bombea el etanol condensado hacia un procesador 128 y un tanque de almacenamiento 135 para su reutilización. Los sólidos fluyen desde la unidad 148 para su posterior procesamiento. Es fácilmente posible que los vapores de etanol provenientes del extractor 90 tengan una composición que permita que la unidad desolventizadora 59 los procese, en cuyo caso la unidad desolventizadora 148, la unidad condensadora 110 y la bomba 119 no sean necesarios.

Una corriente de carbohidratos líquidos fluye desde la cámara 105 a través de una válvula de estrangulamiento 144 hasta un segundo tanque de sedimentación 141, similar al tanque 71. La corriente de líquidos desde la cámara 105 tiene un porcentaje sustancial de carbohidratos y sólidos. El tanque de sedimentación 141 es muy similar al tanque de sedimentación 71 y opera con parámetros muy similares. El tanque 141 asienta gran parte del material sólido en la corriente líquida del extractor 90.

Los sólidos que se depositan en el tanque 141 fluyen desde el fondo del tanque 141 hacia la unidad desolventizadora 152. El etanol presente en la corriente de sólidos se vaporiza y es retirado por la unidad desolventizadora 152, condensado por el condensador 155 y bombeado por la bomba 158 a la presión de entrada en el procesador 128.

Un líquido que comprende principalmente carbohidratos fluye desde la parte superior del material en el tanque de sedimentación 141, hacia un extractor de etanol 138. El extractor 138 es similar al extractor 74 y retira la mayor parte del etanol que queda en la corriente de carbohidratos líquidos. El etanol retirado fluye a través del elemento conector D hacia el condensador 115 y la bomba 121 para reutilizarlos a través del procesador 128.

La corriente de carbohidratos fluye desde el extractor 138 a través del elemento conector E, hacia el digestor 77 en la figura 1. De esta manera, el contenido de carbohidratos de la porción del germen se puede usar para producir etanol sin los efectos indeseables del aceite de fusel dentro del fermentador. 83. Además, la mayor parte de la fibra se ha eliminado, lo cual agrega eficiencia al proceso de fermentación.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de preparación, para su procesamiento en etanol, de una corriente de partículas de biomasa que contiene almidón, la cual comprende fibra; el proceso, que comprende estar caracterizado por

a) mezclar la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón con un disolvente líquido que comprende etanol y agua, para disolver al menos una porción del almidón presente en la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón, para formar una corriente de suspensión de carbohidratos, que contiene almidón disuelto en el disolvente líquido y fibra;

b) transferir la corriente de suspensión de carbohidratos a un tanque de sedimentación;

c) mantener la corriente de suspensión de carbohidratos en el tanque de sedimentación durante un tiempo suficiente para permitir que una porción de las fibras se asiente en el fondo del tanque;

d) posteriormente, retirar el volumen superior de la corriente de carbohidratos disueltos para formar una corriente de carbohidratos líquidos de la cual se ha eliminado una porción de la fibra y

e) posteriormente, mezclar una enzima con la corriente de carbohidratos líquidos para convertir al menos una porción del almidón presente en la corriente de carbohidratos líquidos en azúcares.

2. El proceso según la reivindicación 1, modificado para procesar granos de maíz secos, y que comprende:

a) antes de formar la corriente de biomasa que contiene almidón, moler los granos de maíz para formar partículas, algunas de las cuales son partículas de germen que comprenden predominantemente material germinal proveniente de los granos y otras son partículas de almidón que comprenden predominantemente material de almidón proveniente de los granos;

b) separar mecánicamente al menos algunas de las partículas predominantemente de germen de las partículas de almidón, para formar una corriente de partículas de germen con el resto de las partículas que forman la corriente de biomasa que contiene almidón.

3. El proceso según la reivindicación 1 o 2, que incluye evaporar al menos una porción de cualquier disolvente en la corriente de carbohidratos líquidos.

4. El proceso según la reivindicación 2, en el que la etapa de separación mecánica comprende: a) transportar las partículas de los granos molidos hacia un tanque separador; y b) forzar el aire hacia arriba, a través de las partículas de los granos molidos en el tanque del separador.

5. El proceso según la reivindicación 2, en el que la etapa de mezcla de la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón y del disolvente incluye la etapa de mezclar la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón con un líquido que comprende una mezcla de etanol y agua para formar la corriente de suspensión de carbohidratos.

6. El proceso según la reivindicación 5, en el que la etapa de mezcla de la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón y del disolvente incluye la etapa de mezclar la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón con un líquido que comprende una mezcla de aproximadamente 60-80 % de etanol en peso con el resto agua.

7. El proceso según la reivindicación 5, que incluye una etapa de evaporación para eliminar un porcentaje sustancial del etanol de la corriente de carbohidratos líquidos.

8. El proceso según la reivindicación 7, que incluye, asimismo, las siguientes etapas:

a) fermentar la corriente de carbohidratos líquidos para producir etanol y gas CO_2;

b) capturar el gas CO_2 y formar CO_2 líquido a partir de él;

c) mezclar el CO_2 líquido con la corriente de partículas de germen para disolver el aceite de maíz de la corriente de partículas de germen en el CO_2 líquido para formar una corriente de aceite de maíz disuelto y

d) después, evaporar el CO_2 líquido de la corriente de aceite de maíz disuelto, para crear una corriente de aceite de maíz.

9. El proceso según la reivindicación 8, que incluye las siguientes etapas:

a) mezclar un disolvente de carbohidratos con la corriente de partículas de germen después de la etapa de mezclar CO_2 líquido, para formar una corriente de suspensión de carbohidratos, a partir de la corriente de partículas de germen y

b) fermentar la corriente de suspensión de carbohidratos proveniente de la corriente de partículas de germen.

10. El proceso según la reivindicación 9, en el que las etapas de mezclar el CO_2 líquido con la corriente de partículas de germen y mezclar un disolvente de carbohidrato con la corriente de partículas de germen tienen lugar en la misma cámara.

11. El proceso según la reivindicación 6, en el que la etapa de evaporación incluye la eliminación de un porcentaje sustancial del etanol de la corriente de carbohidratos líquidos y la inclusión, además, de las siguientes etapas:

a) fermentar la corriente de carbohidratos líquidos para producir etanol y

b) mezclar al menos una porción del etanol formado por la etapa de fermentación con la corriente de partículas de carbohidratos.

12. El proceso según la reivindicación 1, que incluye las siguientes etapas:

a) fermentar la corriente de carbohidratos líquidos para producir etanol y

b) mezclar al menos una porción del etanol formado por la etapa de fermentación con la corriente de partículas de carbohidratos.

13. El proceso según la reivindicación 1, que incluye la etapa de mantener la corriente de suspensión de carbohidratos en el tanque de sedimentación durante un período variable entre al menos 30 minutos aproximadamente, como mínimo, y alrededor de 60 minutos, como máximo.

14. El proceso según la reivindicación 1, en el que la etapa de mezclar la corriente de partículas de biomasa que contiene almidón con un disolvente líquido tiene lugar a una presión que es sustancialmente superior a la atmosférica.

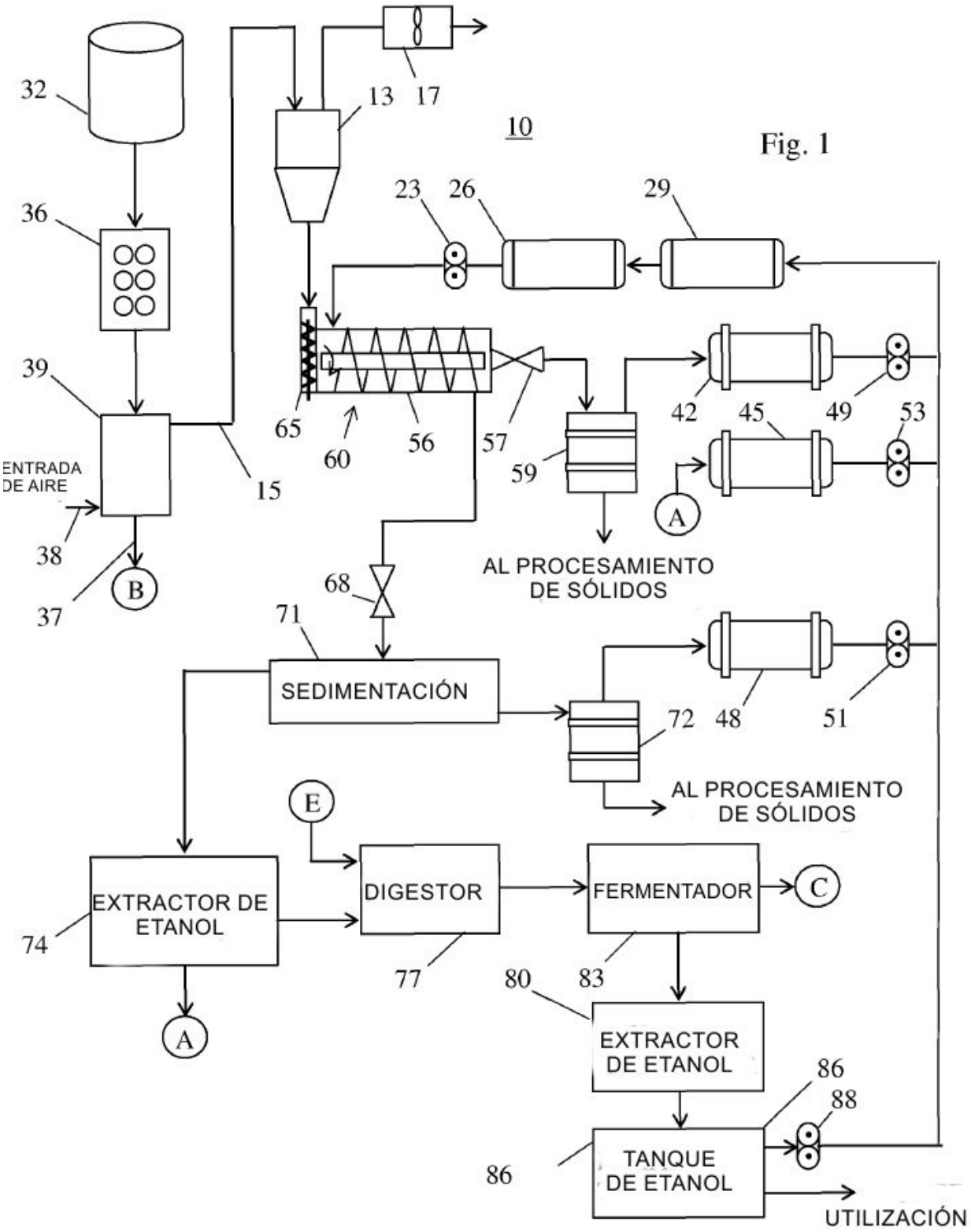
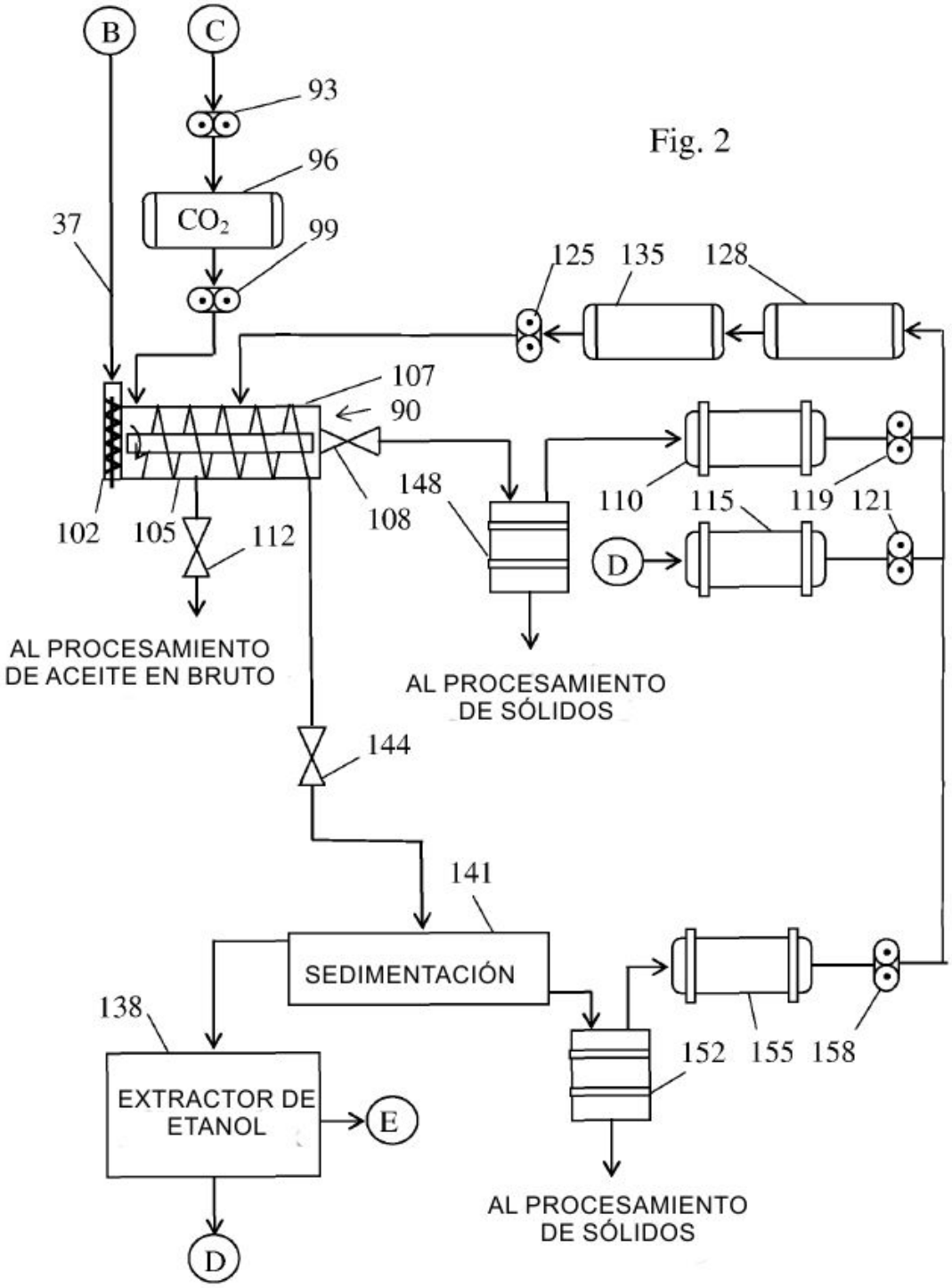

32
13
17
10
Fig. 1
36
23
26
29
39
65
60
56
57
42
45
49
53
59
ENTRADA DE AIRE
15
38
37
B
A
AL PROCESAMIENTO DE SÓLIDOS
68
71
SEDIMENTACIÓN
72
48
51
AL PROCESAMIENTO DE SÓLIDOS
E
EXTRACTOR DE ETANOL
DIGESTOR
FERMENTADOR
C
74
77
80
83
EXTRACTOR DE ETANOL
86
88
86
TANQUE DE ETANOL
UTILIZACIÓN

Fig. 2


B
C
93
96
CO_2
99
37
125
135
128
107
90
148
110
115
119
121
102
105
112
108
D
AL PROCESAMIENTO DE ACEITE EN BRUTO
AL PROCESAMIENTO DE SÓLIDOS
144
141
SEDIMENTACIÓN
138
152
155
158
EXTRACTOR DE ETANOL
E
D
AL PROCESAMIENTO DE SÓLIDOS