

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 948**

51 Int. Cl.:

C11C 1/08 (2006.01)

C11C 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2009 E 09010759 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2175012**

54 Título: **Procedimiento e instalación para la producción de biodiésel**

30 Prioridad:

10.10.2008 DE 102008050935

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

25.04.2013

73 Titular/es:

**LURGI GMBH (100.0%)
LURGIALLEE 5
60439 FRANKFURT AM MAIN, DE**

72 Inventor/es:

**BÖNSCH, RUDOLF, DR.;
SEIDEL, ECKHARD, DR. y
SAFT, HELMUT**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 401 948 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

Procedimiento e instalación para la producción de biodiésel

La invención se refiere a un procedimiento para la producción de biodiésel a partir de grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos así como a una instalación para llevar a cabo dicho procedimiento.

El biodiésel se produce a partir de grasas, aceites o ácidos grasos disociados de origen animal o vegetal. En la actualidad la materia prima preferida para la producción de biodiésel en Europa es el aceite de colza. Así en el documento de patente europea EP 0523767 B1 se describe un procedimiento para generar ésteres metílicos de ácidos grasos o ésteres etílicos de ácidos grasos y glicerol por transesterificación de aceites o grasas, partiéndose en este caso de aceite de colza. Después de un pretratamiento opcional con metanol o etanol y con un catalizador alcalino en fase líquida, el aceite o la grasa se transforman en los productos éster metílico de ácido graso o éster etílico de ácido graso y glicerol como subproducto. Se trabaja ventajosamente con al menos dos etapas de transformación, comprendiendo cada etapa de transformación un reactor de mezclado y un separador para separar una fase ligera rica en éster alquílico de ácido graso y una fase pesada rica en glicerol. La fase ligera rica en éster alquílico de ácido graso se suministra a un reacondicionamiento adicional que incluye, entre otras operaciones, el lavado con agua en una columna de lavado.

En Norteamérica se emplean también para la producción de biodiésel grandes cantidades de aceite de soja. En Asia se usa además aceite de palma o palmoleína como materia prima para la producción de biodiésel. Todos los aceites vegetales contienen concentraciones significativas de esterilglucósidos en forma disuelta. Se trata de ingredientes vegetales ampliamente usados que, desde un punto de vista, químico resultan de la unión de un carbohidrato, como por ejemplo la glucosa, con un fitoesterol y que también son conocidos como esterolinas. Los fitoesteroles son hormonas de las plantas y representan constituyentes de la pared de la membrana celular; ejemplos conocidos son el estigmaesterol y el campesterol.

La concentración de esterilglucósidos en los aceites vegetales puede variar fuertemente dependiendo del tipo, de la procedencia y del pretratamiento. Por ejemplo, el contenido de esterilglucósidos puede ser de hasta 2300 ppm en el aceite de soja en bruto y de hasta 3000 ppm en el aceite de palma mientras que por el contrario un tipo de aceite pobre en esterilglucósidos como el aceite de girasol contiene tan sólo 300 ppm aproximadamente. El aceite de colza contiene normalmente hasta 500 ppm de esterilglucósidos, pero el contenido depende fuertemente del pretratamiento del aceite.

Los esterilglucósidos pueden también contener un radical de ácido graso, que está unido a un grupo hidroxilo del carbohidrato debido a la esterificación; se habla entonces de esterilglucósidos acilados. Estos se convierten parcialmente durante la producción de biodiésel en esterilglucósidos no acilados, de forma que disminuye su solubilidad en disolventes orgánicos.

Se sabe que el empleo de tipos de aceites ricos en esterilglucósidos en la producción de biodiésel puede conducir a la formación de turbidez o de precipitados durante el almacenamiento posterior del producto a temperaturas ambiente bajas. Los esterilglucósidos no pueden separarse en una columna de lavado convencional como, por ejemplo, las que pueden usarse en la producción de biodiésel a partir de aceite de colza, debido a su escasa solubilidad en agua, ya que pueden ocurrir obstrucciones a consecuencia de la formación de precipitados ricos en esterilglucósidos. En etapas de proceso posteriores, los esterilglucósidos pueden derivar en deposiciones en los intercambiadores de calor de los secadores así como en la obstrucción de los filtros. El biodiésel producido no cumple con las especificaciones ya que no se respeta el valor especificado de contaminación global. Por el pretratamiento de tales aceites resulta necesario un mayor gasto de mantenimiento de la instalación de producción. Además debido a la inevitable puesta fuera de servicio de la instalación de producción o de sus partes para el mantenimiento, se reducen también la disponibilidad así como la productividad de la instalación de producción. Los precipitados pueden separarse por procedimientos mecánicos como la filtración o la centrifugación y en su caso también en combinación.

En el documento de patente WO 2007/076163 A2 se propone y se reivindica añadir un adsorbente o unos medios de filtración para separar los esterilglucósidos y el biodiésel y su posterior eliminación por medio de filtración, de centrifugación, o de combinaciones de las mismas. La desventaja es que el tratamiento sólo es posible de manera sencilla para el biodiésel como producto final. Además también es una desventaja el empleo de grandes cantidades de medios auxiliares de adsorción o de filtración sólidos y la acumulación resultante de grandes cantidades de residuos sólidos. Como una opción adicional, se menciona en el documento de patente el lavado por destilación del biodiésel ya que los esterilglucósidos tienen un punto de ebullición notablemente mayor que los ésteres alquílicos de ácidos grasos. Pero, esta opción tiene el defecto de que se emplea un mayor equipamiento y mucha más energía puesto que todo el éster alquílico de ácido graso debe destilarse para su separación como producto con menor punto de ebullición.

Es por tanto objetivo de la invención evitar las desventajas mencionadas anteriormente y ofrecer un procedimiento económico así como realizable técnicamente con mayor facilidad para la producción de biodiésel usando grasas,

aceites y ácidos grasos disociados ricos en esterilglucósidos que destaque especialmente por evitar el uso de sustancias auxiliares ajenas al proceso y las operaciones de separación que requieran mucha energía así como por la sencillez de su equipamiento.

5 Este objetivo se alcanza esencialmente con la invención ya que se obtiene un primer flujo de producto rico en éster alquílico de ácido graso mediante una transesterificación de grasas o aceites o mediante la esterificación de ácidos grasos disociados, que contengan esterilglucósidos, con alcanoles en presencia de un catalizador y una posterior separación de fases líquido-líquido, lavándose dicho primer flujo de producto a continuación en un dispositivo de lavado con agua. De acuerdo con una configuración preferida de la invención, el lavado con agua se realiza a contracorriente en una columna de lavado provista de rellenos o empaquetamientos estructurados.

10 En la capa de interfase entre la fase pesada, rica en agua, y la fase ligera rica en éster alquílico de ácido graso, se forma una capa de suspensión que contiene aglomerados de gran volumen de esterilglucósidos, éster alquílico de ácido graso y agua. Estos aglomerados pueden contener de 10 a 70 veces la cantidad de agua y de 30 a 90 veces la cantidad de éster alquílico de ácido graso, cada uno calculado como porcentaje en peso. Sorprendentemente, se ha descubierto que la separación de los esterilglucósidos puede mejorarse si no se extrae, como se ha sugerido, por un flujo lateral la capa de suspensión desde el lugar en el que se origina y se desecha. De esta manera, sólo se elimina una parte de los esterilglucósidos y se producen pérdidas de éster alquílico de ácido graso. Por el contrario, de acuerdo con la invención la capa de suspensión se trata mediante una aportación de energía cinética que, en una configuración preferida de la invención, se realiza mediante agitación. Alternativamente, puede introducirse energía cinética también con un mezclador de chorro o empleando una fuente de ultrasonidos. Se consigue así una turbulencia en la capa de suspensión y una reducción del tamaño de los aglomerados por aportación de agua a la fase pesada y aportación de éster alquílico de ácido graso a la fase ligera. Desde la capa de suspensión, pasan a la fase ligera esterilglucósidos en forma de disolución homogénea, de disolución coloidal o de aglomerados finamente dispersos de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua. Alternativamente el tratamiento de la capa de suspensión mediante la aportación de energía cinética puede efectuarse también en un tanque externo.

25

A partir de la fase ligera enriquecida de esta manera en esterilglucósidos, se extrae un segundo flujo de producto y se suministra al menos a una etapa de tratamiento posterior en la cual el mismo se mezcla intensivamente con agua, de forma que se obtiene, después de una separación de fases líquido-líquido, un tercer flujo de producto como fase líquida que contiene aglomerados de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua que pueden separarse por medio de procedimientos de separación mecánica. De acuerdo con una configuración preferida de la invención, se separan los aglomerados mediante centrifugación. El cuarto flujo de producto obtenido en el procedimiento de separación mecánica después de la separación de fases a partir de la fase ligera, está en su mayor parte libre de esterilglucósidos y contiene mayoritariamente éster alquílico de ácido graso. Posteriormente se hace pasar por un acondicionamiento de producto, que comprende preferentemente el secado o la filtración o ambos. Así se obtiene biodiésel de acuerdo con las especificaciones.

30

35

Del procedimiento de separación mecánica se obtiene a partir de la fase pesada un quinto flujo de producto rico en esterilglucósidos. En un perfeccionamiento de la invención, este flujo se convierte ulteriormente en una suspensión espesa que contiene esterilglucósidos que se suministra a la eliminación de desechos o a un uso posterior. Los esterilglucósidos se emplean, entre otras cosas, para la producción de preparaciones farmacéuticas.

40 De acuerdo con una configuración preferida de la invención, se emplea metanol o etanol como alcanoles en la transesterificación de grasas y aceites o la esterificación de ácidos grasos disociados, obteniéndose éster metílico de ácido graso o éster etílico de ácido graso.

La invención se refiere también a una instalación para la producción de biodiésel a partir de grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos que es adecuada para llevar a cabo el procedimiento descrito anteriormente. La instalación comprende:

45

- al menos una etapa de reacción en la que las grasas, los aceites o los ácidos grasos disociados que contiene esterilglucósidos se convierten, en presencia de un catalizador y mediante una transesterificación o una esterificación con alcanoles de cadena corta, en éster alquílico de ácido graso y se obtiene, después de una separación de fases líquido-líquido, un primer flujo de producto rico en éster alquílico de ácido graso como fase ligera,
- 50 - una columna de lavado a la que se suministra el primer flujo de producto y en la que este se lava con agua de forma que se obtiene un segundo flujo de producto como fase ligera
- al menos un mezclador al que se suministra el segundo flujo de producto y en el que el mismo se mezcla intensivamente con agua de forma que se obtiene un tercer flujo de producto como fase ligera
- 55 - un dispositivo de separación mecánica al que se suministra el tercer flujo de producto y del que se obtiene, después de una separación de fases, un cuarto flujo de producto como fase ligera que se suministra a un acondicionamiento de producto, obteniéndose biodiésel de acuerdo con las especificaciones y del que se obtiene un quinto flujo de producto enriquecido en esterilglucósidos como fase pesada, que se desvía y después de un reacondicionamiento adicional se suministra a una eliminación de desechos o a un uso posterior.

60

En una forma de realización preferida de la instalación, se ha previsto el funcionamiento a contracorriente de la columna de lavado y su equipamiento con rellenos o empaquetamientos estructurados como elementos de separación.

5 En otra forma de realización preferida de la instalación, se ha previsto la realización del dispositivo de separación mecánica como centrífuga.

Perfeccionamientos, ventajas y posibles aplicaciones de la invención se desprenden de la siguiente descripción de ejemplos de realización y del dibujo. Todas las características descritas y/o representadas gráficamente, en sí mismas o combinadas de cualquier manera, forman parte de la invención independientemente de si están recapituladas en las reivindicaciones o de si están relacionadas por dependencia.

10 La única figura muestra esquemáticamente una instalación para la producción de biodiésel a partir de grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención.

15 En una parte de la reacción conocida en sí misma y no representada en la figura, las grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos se convierten, con alcanoles de cadena corta, preferentemente metanol, en presencia de un catalizador básico y mediante transesterificación o esterificación, en un éster alquílico de ácido graso, obteniéndose en la siguiente separación de fases líquido-líquido un primer flujo de producto, rico en éster alquílico de ácido graso como fase ligera. Este primer flujo de producto contiene en gran parte la totalidad de los esterilglucósidos contenidos en la grasa, el aceite o el ácido graso disociado.

20 A través de la conducción (1) se lleva el primer flujo de producto hasta la columna de lavado (3) y se introduce en su parte inferior. La columna de lavado contiene un relleno adecuado como elemento de separación. La temperatura de entrada del primer flujo de producto se encuentra entre 20 y 60 °C. En la columna de lavado se introduce agua a una temperatura de 10 a 40 °C como medio de lavado por una conducción (2) por encima de la capa de relleno y se extrae a través de la conducción (4) por debajo del nivel de introducción de la conducción (1).

25 Durante el proceso de lavado, se produce la formación de aglomerados de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua que se concentra en forma de capa de suspensión en la capa de interfase entre la fase pesada, rica en agua, y la fase ligera, rica en éster alquílico de ácido graso. La columna de agua en la columna de lavado y la posición de la entrada de agua se eligen ventajosamente de tal manera que la capa de suspensión (5) se encuentra por encima de la capa de relleno y por encima del nivel de introducción de la conducción (2) de agua. Los aglomerados contenidos en la capa de suspensión forman una dispersión gruesa y encierran grandes cantidades de éster alquílico de ácido graso y agua. Cuanto más crece la capa de suspensión, más compacta se vuelve y por lo tanto dificulta más la ascensión posterior del éster alquílico de ácido graso por la columna hasta la fase superior. Por ello, de acuerdo con la invención se agita la capa de suspensión con un agitador (6) que se materializa en un agitador de hélice o de agitador de cuchillas o una combinación de los mismos. Debido al proceso de agitación, se liberan el agua y el éster alquílico de ácido graso de los aglomerados de la dispersión gruesa y los esterilglucósidos pasan a la fase ligera (7) en forma de disolución homogénea, de disolución coloidal o de dispersión fina de aglomerados de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua. Con el segundo flujo de producto se extrae esta fase a través de la conducción (8) y se lleva al mezclador (9). En el mezclador se añade al segundo flujo de producto una cantidad de agua determinada del 0,2 al 4 % en peso que se suministra por un conducto (10) de agua.

40 En el mezclador (9) se realiza un mezclado intensivo de ambas fases con un agitador intensivo (11). En la fase rica en éster alquílico de ácido graso, los esterilglucósidos que se encontraban todavía en forma de solución homogénea o coloidal se convierten en aglomerados compactos de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua, que debido a su mayor densidad pueden separarse fácilmente con un proceso de separación mecánica, pero que en el mezclador permanecen dispersos debido a la turbulencia. Se obtiene un tercer flujo de producto, rico en éster alquílico de ácido graso compuesto por la fase ligera de una separación líquido-líquido que simplemente se señala en la figura y que no se muestra en detalle. La fase ligera se lleva consigo a los aglomerados dispersos. El agua residual se extrae como fase pesada por la conducción (12).

50 El tercer flujo de producto, que contiene los aglomerados compactos de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua, se suministra a través de una conducción (13) hasta una centrífuga (14). Ahí tiene lugar la separación debido a la diferencia de densidad entre los aglomerados compactos de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua y la fase ligera rica en éster alquílico de ácido graso. De la centrífuga se extrae a través de la conducción (15) un cuarto flujo de producto como fase ligera que está en su mayor parte libre de esterilglucósidos y que se pasa por reacondicionamiento adicional que incluye un secado y/o una filtración y del que se obtiene biodiésel acorde con las especificaciones. Además, se obtiene a través de la conducción (16) un quinto flujo de producto compuesto por la fase pesada de la centrifugación y rico en esterilglucósidos que ventajosamente se espesa más y se destina a su eliminación como residuo o a su uso posterior como suspensión espesa.

55 Con la invención se propone por lo tanto un procedimiento económico para la producción de biodiésel a partir de grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos. Al contrario que en el estado de la técnica, no se necesita ninguna sustancia auxiliar ajena al proceso que luego deba ser extraída de nuevo del

proceso y eliminada como residuo. Además el procedimiento de la invención destaca por la sencillez de su equipamiento y por su escasa demanda energética. Un amplio abanico de grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos se puede transformar en biodiésel gracias al procedimiento de la invención. Todos los aceites, comestibles o incomedibles, sirven en principio como materia prima. Se emplean de preferencia aceite de soja, aceite de palma o palmoleína, aceite de colza, aceite de jatropa, aceite de girasol, aceite de algas o mezclas de estos aceites. También pueden emplearse mezclas de aceites vegetales con grasas animales.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar la eficiencia y la viabilidad técnica del procedimiento y también para exponer las ventajas del procedimiento según la invención en comparación con el estado de la técnica.

Ejemplo 1: estado de la técnica

Para la producción continua de biodiésel se suministró un flujo másico de 2,5 kg/h de aceite de palma así como un catalizador de la transesterificación (0,5 % en peso de metilato de Na con respecto a la cantidad empleada de aceite y metanol con un exceso molar de 1,5 veces con respecto al aceite).

La parte de la reacción consistió en dos reactores agitados conectados en serie y en separadores de fases líquido-líquido con un volumen de líquido de aproximadamente 3,8 l por etapa para garantizar un tiempo de permanencia de 90 minutos para cada etapa de reacción. Para impedir un retomezclado o una penetración del aceite, se configuró cada reactor de mezcla como una cascada de tres etapas de tanques de mezcla. Para aportar el calor de reacción necesario respectivamente, los reactores se realizaron en forma de cubas de doble pared de vidrio y se calentaron mediante un termostato lleno de agua. Los separadores de fase líquido-líquido se realizaron en forma de cilindros dispuestos en horizontal con salidas separadas para la fase ligera de éster metílico de ácido graso y para la fase pesada de glicerol. El ajuste del perfil de temperatura deseado se realizó mediante un calentamiento eléctrico externo conveniente de los conductos. Se dosificó una cantidad del 50 % del catalizador y del metanol en el primer reactor para alcanzar un grado de transesterificación del 80 % a una temperatura de reacción de entre 40 y 65 °C transcurriendo la reacción con limitación de alcohol. Para alcanzar el resultado final, se alimentó el segundo reactor con un exceso estequiométrico de alcohol. El metanol no transformado y aproximadamente el 90 % del catalizador se separaron junto con el glicerol de la fase del éster alquílico de ácido graso. Para neutralizar el catalizador restante, se añadió entonces al éster un 1 % en peso de ácido clorhídrico al 3 % por medio de un agitador intensivo. El éster bruto ahora acidificado se suministró a un reacondicionamiento adicional a una columna de lavado funcionando a contracorriente y con agua como medio de lavado. Entonces se formó en la superficie de interfase entre la fase acuosa pesada y la fase ligera de éster una capa de suspensión creciente de forma continua que tomó una consistencia pastosa y se solidificó durante el crecimiento posterior. Se produjo una obstrucción de la columna de lavado y un bloqueo de la alimentación de agua y de la salida de la fase de éster por lo que la producción de biodiésel tuvo que interrumpirse.

Ejemplo 2: procedimiento según la invención

Se procedió como en el ejemplo 1, pero se tomaron adicionalmente las siguientes medidas:

1. para garantizar una adición sin impedimentos, se dispuso el conducto de alimentación de agua a la columna de lavado por encima de la capa de relleno y por debajo de la superficie de interfase o la capa de la suspensión.
2. se dotó a la cabeza de la columna de lavado de un agitador que podía regularse de forma variable entre 30 y 120 revoluciones por minuto.

Pudo entonces observarse que, durante la agitación de la capa de suspensión, el agua adherida se desprendía de las partículas de la suspensión y se salía con la fase pesada. Además se detectó que las partículas en suspensión se homogeneizaban y abandonaban en continuo la columna de lavado con la fase de éster. No se produjo ni la obstrucción ni el bloqueo de la columna de lavado. Se determinó analíticamente que las partículas en la suspensión consistían en aglomerados de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua. La fase de éster se mezcló con agua limpia (3 % en peso) caliente a 40 °C mediante un mezclador intensivo y a continuación se suministró la misma temperatura hasta una centrifuga en la que se separó una fase de suspensión pesada con agua. El éster metílico de ácido graso obtenido en la fase ligera de la centrifugación era claro y mostraba un contenido en agua de aproximadamente 1000 ppm. Mediante su secado pudo obtenerse un biodiésel acorde con las especificaciones.

Lista de números de referencia

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | conducción |
| 2 | conducción de agua |
| 3 | columna de lavado |
| 4 | conducción de agua residual |
| 5 | fase de suspensión |
| 6 | agitador |

ES 2 401 948 T3

	7	fase ligera
	8	conducción
	9	mezclador
	10	agitador intensivo
5	11	conducción
	12	conducción
	13	conducción
	14	centrífuga
	15	conducción
10	16	conducción

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la producción de biodiésel a partir de grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos en el que las grasas, los aceites o los ácidos grasos disociados, en presencia de un catalizador y mediante una transesterificación o una esterificación con alcoholes de cadena corta, se convierten en éster alquílico de ácido graso y se obtiene un primer flujo de producto rico en éster alquílico de ácido graso como fase ligera de una separación de fases líquido-líquido **caracterizado por que** se llevan a cabo las siguientes etapas de procedimiento:
- 10 a) lavado del primer flujo de producto en un dispositivo de lavado con agua,
 b) tratamiento, mediante la aportación de energía cinética, de la capa de suspensión que contiene esterilglucósidos, éster alquílico de ácido graso y agua y que se forma durante el lavado, en la capa de interfase entre la fase pesada rica en agua y la fase ligera rica en éster alquílico de ácido graso,
 c) extracción de un segundo flujo de producto de la fase ligera que contiene esterilglucósidos en forma disuelta de manera homogénea o en forma disuelta de manera coloidal o en forma de aglomerados finamente dispersos de esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua o todas sus combinaciones,
 15 d) tratamiento del segundo flujo de producto en al menos una etapa de tratamiento adicional en la que se mezcla intensivamente con agua obteniéndose, como fase ligera de una separación de fases líquido-líquido, un tercer flujo de producto que contiene aglomerados esterilglucósido/éster alquílico de ácido graso/agua, que pueden separarse por medio de procedimientos de separación mecánica,
 e) suministro del tercer flujo de producto a un procedimiento de separación mecánica,
 20 f) extracción de un cuarto flujo de producto del procedimiento de separación mecánica como fase ligera que a continuación se suministra a un acondicionamiento de producto, obteniéndose biodiésel de acuerdo con las especificaciones,
 g) extracción de un quinto flujo de producto enriquecido en esterilglucósidos a partir del procedimiento de separación mecánica como fase pesada.
- 25 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de lavado es una columna de lavado que se hace funcionar a contracorriente y que contiene rellenos o empaquetamientos estructurados como elementos de separación.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la aportación de energía cinética se consigue mediante agitación.
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el procedimiento de separación mecánica es la centrifugación.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el acondicionamiento de producto comprende el secado o la filtración o ambos.
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** a partir del quinto flujo de producto, después de reacondicionamiento adicional, se obtiene una suspensión espesa que contiene esterilglucósidos y que se destina para su eliminación o para otro uso.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** como alcoholes se usan metanol o etanol o ambos.
- 40 8. Instalación para la producción de biodiésel a partir de grasas, aceites o ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos, en particular para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- 45 - con al menos una etapa de reacción en la que las grasas, los aceites o los ácidos grasos disociados que contienen esterilglucósidos se convierten con alcoholes de cadena corta, en presencia de un catalizador y mediante transesterificación o esterificación, en éster alquílico de ácido graso y se obtiene un primer flujo de producto rico en éster alquílico de ácido graso como fase ligera de una separación de fases líquido-líquido,
 - con una columna de lavado (3) a la que se suministra el primer flujo de producto a través de una conducción (1) y en la que el mismo se lava con agua, obteniéndose un segundo flujo de producto como fase ligera,
 - con al menos un mezclador (9) al que se suministra el segundo flujo de producto a través de una conducción (8) y que se mezcla allí intensivamente con agua, obteniéndose un tercer flujo de producto compuesto como fase ligera después de una separación de fases líquido-líquido,
 50 - con un dispositivo de separación mecánica (14) al que se suministra el tercer flujo de producto a través de una conducción (13) y del que se obtiene un cuarto flujo de producto como fase ligera después de la separación de fases, que se suministra después a través de una conducción (15) a un acondicionamiento de producto, obteniéndose biodiésel de acuerdo con las especificaciones y del que se obtiene un quinto flujo de producto enriquecido en esterilglucósidos como fase pesada, que se desvía a través de una conducción (16) y se destina para su eliminación tras un reacondicionamiento adicional o para otro uso.
- 55

9. Instalación de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada porque** la columna de lavado (3) se hace funcionar a contracorriente y contiene rellenos o empaquetamientos estructurados como elementos de separación.

10. Instalación de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizada porque** el dispositivo de separación mecánica (14) es una centrífuga.

