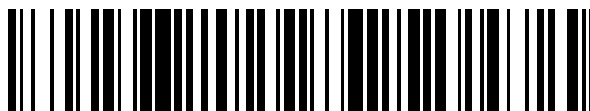


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 394**

51 Int. Cl.:

C11B 1/10 (2006.01)

C11B 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2013** **PCT/US2013/061781**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014** **WO14099078**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2013** **E 13783133 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017** **EP 2935544**

54 Título: **Métodos y sistemas para recuperación de bioaceite y adyuvantes de separación para los mismos**

30 Prioridad:

19.12.2012 US 201261739218 P

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

18.01.2018

73 Titular/es:

**BUCKMAN LABORATORIES INTERNATIONAL,
INC (100.0%)
1256 North Mclean Boulevard
Memphis, TN 38108-0305, US**

72 Inventor/es:

**JENKINS, DONALD, G.;
GANUS, WILLIAM, C. y
HAGEN, CARLTON, E.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 650 394 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

Métodos y sistemas para recuperación de bioaceite y adyuvantes de separación para los mismos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método y sistema para recuperación de bioaceite. También se proporciona un adyuvante de separación que se puede usar en estos métodos y sistemas, y productos que los contienen.

10 Antecedentes de la invención

La producción de etanol a partir de biomasa ha recibido una atención significativa en los últimos años como fuente alternativa de combustible o bioaceite. El etanol se quema de forma más limpia que los combustibles fósiles y se puede producir usando fuentes renovables tales como granos u otra biomasa renovable que contenga almidón. Un método ampliamente usado para producir etanol a partir de granos se conoce como "molienda en seco", y por lo general, se pone en práctica usando maíz en Estados Unidos. El proceso de molienda en seco normalmente usa el almidón en el maíz u otra biomasa renovable para producir etanol a través de fermentación, lo que crea una corriente de desechos compuesta por subproductos denominados "residuos completos". El residuo completo se puede separar adicionalmente por centrifugación en productos conocidos como "granos de destilería húmedos" (WDG) y "residuo fino". A pesar de contener aceite valioso, el residuo completo y el residuo fino generalmente se han tratado como desechos o se han usado principalmente para complementar la alimentación animal, principalmente en forma de granos secos y solubles de destilería (DDGS). Por lo general los DDGS se producen evaporando el residuo fino y recombinando el concentrado o jarabe resultante con los granos de destilería húmedos y secando el producto para que tenga un bajo contenido de humedad.

Los esfuerzos para recuperar el aceite valioso del residuo han encontrado obstáculos significativos. Por ejemplo, el uso anterior de disolventes de hidrocarburos, alcoholes o polihidroxialcoholes de punto de inflamación como disolventes de extracción para bioaceites presenta inconvenientes. Estos compuestos, aunque son eficaces, requieren altas concentraciones para la separación de bioaceite, lo que da como resultado posibles problemas de seguridad. Los requisitos reglamentarios para la alimentación animal también han impedido el uso de estos compuestos en la separación de bioaceite, especialmente en la fermentación del maíz. Otro enfoque implica tratar de separar el aceite directamente del residuo fino antes de la etapa de evaporación, tal como usando una centrífuga.

Sin embargo, la centrifugación del residuo fino en esta etapa no produce aceite que se pueda usar, sino que simplemente crea una fase de emulsión indeseable que requiere un procesamiento posterior. El documento de patente de Estados Unidos N.º 5.250.182 muestra el uso de múltiples filtros para eliminar sólidos y recuperar ácido láctico y glicerol de residuo fino sin necesidad de evaporación. Los filtros, y especialmente los tipos de microfiltración y ultrafiltración propuestos para su uso en la patente '182, son susceptibles de bloqueo y, por lo tanto, requieren monitorización y mantenimiento por este motivo. La Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 2007/0238891 muestra un método para liberar aceite unido presente en un residuo completo y un residuo fino, que implica calentar el residuo a una temperatura que se dice que es suficiente para separar al menos parcialmente el aceite de la recuperación del residuo. En una realización, la publicación '891 muestra la etapa adicional de presurizar el residuo calentado para evitar la ebullición como una forma de cocción a presión del residuo.

El documento US2004/087808 nuestro método para producir aceite de maíz mediante extracción del residuo de maíz usando disolventes y centrifugación.

Los presentes inventores han reconocido que existe una necesidad de procesos más seguros y más eficaces, versátiles, y económicos para recuperar bioaceite a partir de biomasa, tal como residuo u otra biomasa.

50 Sumario de la presente invención

Una característica de la presente invención es proporcionar un método para recuperar bioaceite a partir de biomasa, tal como residuo.

Una característica adicional de la presente invención es proporcionar un método para la recuperación de bioaceite a partir de un subproducto de residuo de un proceso de fermentación de biomasa en el que se puede añadir un adyuvante de separación al residuo que contiene bioaceite para formar un residuo tratado antes de centrifugar el residuo para proporcionar una separación y recuperación eficaces del aceite cuando el residuo tratado se centrifuga.

Una característica adicional de la presente invención es proporcionar un sistema con equipo interoperable para suministrar y aplicar el adyuvante de separación indicado que es útil para separar aceite de residuo u otra biomasa, y una unidad de separación para recuperar el aceite de la biomasa tratada.

En parte de la descripción que sigue a continuación se presentarán características y ventajas adicionales de la presente invención, y en parte serán evidentes a partir de la descripción, o se pueden aprender con la práctica de la

presente invención. Los objetos y otras ventajas de la presente invención se alcanzarán y se conseguirán por medio de los elementos y combinaciones resaltados en particular en la descripción y reivindicaciones adjuntas.

Para conseguir estas y otras ventajas, y de acuerdo con los fines de la presente invención, como se realizan y se describen ampliamente en el presente documento, la presente invención se refiere, en parte, a un método para la recuperación de bioaceite a partir de un proceso de fermentación, que comprende añadir al menos un adyuvante de separación a un residuo que contiene aceite, para formar un residuo antes de centrifugar dicho residuo, en el que dicho adyuvante de separación se añade en una cantidad para que esté presente en un intervalo de ppm de aproximadamente 200 ppm a 800 ppm, en el que dicho adyuvante de separación comprende al menos un aceite y un 30 % en peso a un 70 % en peso de al menos una lecitina, y al menos un tensioactivo que tiene un valor de HLB de al menos 6, en el que el adyuvante de separación funciona como un aditivo de ruptura de aceite/desemulsionante para reducir la emulsificación o tendencias de la misma en el residuo, y centrifugar dicho residuo tratado en al menos una centrifugadora para separar al menos una parte de dicho aceite de dicho residuo tratado.

La presente invención también se refiere a un residuo tratado que comprende un residuo y una composición de adyuvante de separación que comprende a) de un 20 % en peso a un 50 % en peso de al menos una lecitina; b) de un 20 % en peso a un 50 % en peso de al menos un aceite; y c) de un 0 % en peso a un 20 % en peso de al menos un tensioactivo que tiene un valor de HLB de al menos 9, en el que el adyuvante de separación está presente en una cantidad de al menos 50 ppm.

La presente invención también se refiere a un sistema de recuperación de bioaceite, que comprende un suministro de biomasa que comprende un residuo; un suministro del adyuvante de separación indicado; una unidad de tratamiento para combinar el adyuvante de separación con la biomasa para formar una biomasa tratada; y una centrifugadora para deshidratar la biomasa tratada para producir un bioaceite concentrado.

Como se usa en el presente documento, "bioaceite" se refiere a aceites y grasas de calidad alimentaria y de calidad no alimentaria que se obtienen a partir de plantas y/o animales (por ejemplo aceites vegetales y grasas animales), que contienen principalmente triglicéridos, pero que también pueden contener ácidos grasos, diglicéridos y monoglicéridos. Como se usa en el presente documento, se entiende que el término "grasa" incluye "lípidos". Los ejemplos de bioaceites obtenidos a partir de plantas incluyen, pero no se limitan a, aceite de maíz, aceite de caña de azúcar, aceite de girasol, aceite de semilla de lino, aceite de colza, y similares.

Como se usa en el presente documento, "biocombustible" se refiere a cualquier combustible sólido, líquido o gaseoso renovable producido de forma biológica, tal como bioaceites, incluyendo por ejemplo, bioaceites obtenidos a partir de biomasa. Los biocombustibles también incluyen, pero no se limitan a, biodiésel, bioetanol (es decir, etanol), biogasolina, biometanol, biobutanol, y similares.

Como se usa en el presente documento, "biomasa" por lo general se refiere a materia orgánica extraída o recogida de una fuente biológica renovable tal como una fuente de energía. La fuente biológica renovable puede incluir materiales vegetales (por ejemplo, biomasa de vegetales), materiales animales, y/o materiales producidos por vía biológica. No se considera que el término "biomasa" incluya combustibles fósiles no renovables, tales como carbón, petróleo y gas natural, que normalmente no incluyen glicéridos (por ejemplo, tri-, di-, mono-).

Como se usa en el presente documento, "residuo" se refiere a un co-producto o subproducto producido durante la producción de un biocombustible. Cuando se usa sin limitación, el término "residuo" puede hacer referencia a residuo completo, residuo fino, o residuo concentrado tal como compuestos de destilería condensados solubles, es decir, jarabe, que se pueden producir a partir de corrientes de proceso de biocombustible por ejemplo, corrientes de proceso de producción de bioetanol. Las diferencias entre estas formas de residuo diferentes se pueden entender adicionalmente con referencia a los ejemplos de las mismas que se proporcionan en la FIG. 1 en el presente documento.

Como se usa en el presente documento, una "centrifugadora" es una parte de equipo, guiada generalmente por un motor, que puede poner una mezcla, combinación o suspensión en rotación alrededor de un eje fijo, aplicando una fuerza perpendicular al eje. La aceleración centrípeta generada en la centrifugadora hace que se separen las sustancias más densas y más ligeras de la mezcla, combinación o suspensión. Las centrifugadas se pueden orientar de forma horizontal, vertical, u otras orientaciones.

Como se usa en el presente documento, un "evaporador" es un dispositivo usado para evaporar o vaporizar la forma líquida de un agente o agentes químicos en una mezcla, combinación o suspensión en forma gaseosa o vapor. La evaporación de más componentes volátiles de una mezcla, combinación o suspensión en un evaporador puede concentrar los componentes líquidos menos volátiles restantes en el dispositivo.

Como se usa en el presente documento, "tensioactivo" se refiere a un compuesto que puede reducir la tensión superficial de un líquido, la tensión interfacial entre dos líquidos, o la que existe entre un líquido y un sólido.

Como se usa en el presente documento, un "tensioactivo no iónico" es un compuesto orgánico que es anfífilo y que no tiene grupo con carga en cualquier grupo del extremo terminal del mismo, en el que el compuesto orgánico puede reducir la tensión superficial de un líquido, la tensión interfacial entre dos líquidos, o la que existe entre un líquido y un sólido.

Se debe entender que tanto la descripción general mencionada anteriormente como la descripción detallada que sigue continuación son solamente a modo de ejemplo y de explicación y pretenden proporcionar una explicación adicional de la presente invención, tal como se reivindica.

Las figuras adjuntas, que se incorporan y que forman una parte de la presente solicitud, ilustran algunas las características de la presente invención y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente invención.

Breve descripción de las figuras

La FIG. 1 es un diagrama de flujo del proceso de producción de biocombustible y subproductos de etanol a partir de maíz (u otra biomasa que contenga almidón fermentable) que incluye recuperación de bioaceite a partir del residuo tratado con un adyuvante de separación de acuerdo con un ejemplo de la presente solicitud.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo del proceso que muestra un método para la recuperación de bioaceite a partir del residuo tratado con un adyuvante de separación de acuerdo con un ejemplo de la presente solicitud.

La FIG. 3 muestra un subsistema que comprende una configuración de evaporador y centrifugadora de múltiples etapas para su uso en la recuperación de bioaceite a partir del residuo tratado con un adyuvante de separación de acuerdo con un ejemplo de la presente solicitud.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo del proceso de producción de biocombustible y subproductos de etanol a partir de maíz (u otra biomasa fermentable) que incluye recuperación de bioaceite a partir del residuo tratado con un adyuvante de separación de acuerdo con un ejemplo de la presente solicitud.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo del proceso que muestra un método alternativo para la recuperación de bioaceite a partir de alga que contiene aceite tratada con un adyuvante de separación, que no está de acuerdo con la invención. El alga que contiene aceite 501 se usa como materia prima para el proceso de recuperación de bioaceite 500. La materia prima que contiene aceite se trata con un adyuvante de separación 502, y el alga tratada resultante 503 se centrifuga 504 para proporcionar un producto con aceite concentrado 505 y un producto con escasez de aceite 506.

La FIG. 6 presenta fotografías que muestran un ensayo de aceite de maíz de acuerdo con un ejemplo de la presente solicitud en el que un producto (13864) que se ha tratado con un adyuvante de separación de un ejemplo de la presente solicitud se comparó con un producto de Valor inicial tratado con una formulación de comparación, a dosis variables de 200 ppm, 300 ppm, y 400 ppm.

La FIG. 7 presenta fotografías aumentadas del producto (13864) a la dosificación de 400 ppm como se indica en la FIG. 6 que se trató con un adyuvante de separación de un ejemplo de la presente solicitud y el producto resultante se comparó con el del producto de Valor inicial.

Descripción detallada de la presente invención

La presente invención proporciona un método para la recuperación de bioaceite en el que la biomasa que contiene aceite se trata con un adyuvante de separación que permite la recuperación de bioaceite a partir de la materia prima con procesamiento mediante separación, tal como centrifugación. El adyuvante de separación puede aumentar la separación entre componentes oleosos y no oleosos de la biomasa en la que el aceite se puede recuperar en fracciones de concentración elevada de la biomasa mediante procesos de separación simple. El adyuvante de separación también puede aumentar la transparencia del aceite recuperable proporcionado en la biomasa tratada.

Además, la separación del aceite de la biomasa se puede obtener a niveles de dosificación relativamente menores que algunos productos de tratamiento comparativos, tal como se muestra en los ejemplos que se describen en el presente documento.

En general, la presente invención se refiere a un método para la recuperación de bioaceite a partir de un proceso de fermentación. El método puede incluir, comprender, consistir esencialmente en, o consistir en: añadir al menos un adyuvante de separación a un residuo que contiene aceite, para formar un residuo tratado antes de centrifugar el residuo. El método incluye adicionalmente la centrifugación del residuo tratado en al menos una centrifugadora (por ejemplo, una, dos, o tres o más) para separar al menos una parte del aceite (por ejemplo, separar de al menos un 0,1 % en peso a un 100 % en peso del aceite disponible presente en el residuo tratado basándose en el peso del aceite presente en el residuo tratado) a partir del residuo tratado. El adyuvante de separación puede comprender, consistir esencialmente en, incluir, o consistir en al menos una lecitina y al menos un aceite y al menos un tensioactivo que tiene un valor de HLB de al menos 6.

En el método de la presente invención, el adyuvante de separación se puede añadir antes y/o en al menos un evaporador situado corriente arriba de la centrifugadora.

En la presente invención, el proceso de fermentación puede comprender, consistir esencialmente en, incluir, o consistir en una serie de evaporadores en los que el residuo puede entrar de manera secuencial y que están situados corriente arriba de la centrifugadora. La adición del adyuvante de separación se puede producir justo antes o en al menos uno de los evaporadores situados más cerca de la centrifugadora. El método puede implicar una serie de evaporadores que pueden incluir de 1 a 8 o más evaporadores, tal como al menos 8 evaporadores, en los que la adición del adyuvante de separación se produce justo antes o en el 5º, 6º, 7º, y/u 8º evaporador.

El adyuvante de separación de la presente invención puede ser una composición que comprende lecitina y un aceite.

Opcionalmente la composición puede incluir además al menos un tensioactivo que tiene un valor de HLB de al menos 6. Estos compuestos pueden satisfacer los criterios requeridos para reglamentos para alimentación de animales, así como tener puntos de ebullición más elevados en comparación con los componentes de extracción previos indicados en el presente documento pero sin sus inconvenientes. Por ejemplo, el adyuvante de separación puede comprender lecitina y componentes de aceite mineral, que se enumeran como productos aprobados por GRAS y que de forma individual se encuentran normalmente en muchas aplicaciones alimentarias. Como algunas de sus ventajas, el adyuvante de separación puede comprender componentes de punto de ebullición más elevado, Materiales de partida aprobados por GRAS, se pueden usar con requisitos de dosificación más bajos con mejora de la separación del aceite y/o transparencia del aceite, y/o con disminución de la obstrucción de la centrifugadora y mejora de la separación posterior. El adyuvante de separación puede funcionar como un aditivo de ruptura del aceite para reducir la emulsificación o tendencias de la misma en residuo y otra biomasa, y/o aumentar la separabilidad de la fase oleosa y acuosa y/o separación en la biomasa tratada.

En un ejemplo, el adyuvante de separación para recuperación de bioaceite, tal como para tratamiento de un aceite vegetal resultante de un proceso de fermentación de biomasa, puede comprender una lecitina, un aceite de hidrocarburo, y un tensioactivo con un valor de HLB de al menos 9. Por ejemplo, la lecitina puede ser una lecitina modificada, el aceite de hidrocarburo se puede basar en aceite de sellado mineral, y el tensioactivo puede ser un tensioactivo no iónico basado en éster de alcohol de azúcar etoxilado o triglicéridos. Cuando estos componentes de lecitina, aceite y tensioactivos se usan en combinación en el tratamiento de una biomasa, el producto resultante ayuda en la separación y la transparencia del aceite a niveles de dosificación bajos. El adyuvante de separación puede ser eficaz en particular para promover la separación del aceite en una biomasa tratada con la posición después de un proceso de fermentación de biomasa. Aunque el adyuvante de separación se usa de forma ventajosa en recuperación de bioaceite, este se puede usar para muchos fines y funciones, tales como un agente desespumante, adyuvante de separación de aceite, adyuvante de fermentación, desemulsionante, y/o adyuvante de ruptura de aceite.

El adyuvante de separación indicado se puede usar, por ejemplo, en un método de recuperación de aceite a partir de un subproducto de residuo resultante de la producción de etanol a partir de maíz, tal como mediante el uso de una técnica de molienda en seco, tal como se describe en el documento de Patente de Estados Unidos N.º 5.250.182. El subproducto de residuo puede ser residuo completo, residuo fino, o jarabe del evaporador. Como se muestra por lo general, el residuo fino se recupera mediante separación de los granos de destilería húmedos del sobrante del "residuo completo" después de completar la fermentación. Como también se sabe generalmente en la técnica, esta separación mecánica se puede conseguir usando una prensa/extrusora, un decantador centrífugo (también conocido sencillamente como "decantador"), o una centrifugadora de tamizado. A continuación la humedad se retira del residuo fino sin filtrar para crear un concentrado o jarabe, tal como través de evaporación. El adyuvante de separación de la presente invención hace posible recuperar fácilmente del aceite utilizable del residuo completo, residuo fino, jarabe (concentrado), o cualquier combinación de los mismos, sin la necesidad de cocción a presión del residuo o uso de múltiples etapas de filtración que pueden ser formas caras y complicadas de procesamiento.

Haciendo referencia a la FIG. 1, un proceso 100 para la producción de biocombustible y subproductos de etanol a partir de maíz incluye la recuperación de bioaceite 107 a partir del residuo tratado con el adyuvante de separación. En esta figura se identifican varios subproductos del proceso 101, 102, 103 con fines de uso a modo de ejemplo de diversos tipos de "residuo" que se pueden usar al menos en parte en al menos una, dos, o las tres corrientes del proceso 104, 105, y 106, respectivamente, para su uso como materia prima en la recuperación de bioaceite 107.

Como se indica en la FIG. 1, después de la destilación, el residuo completo se separa con la centrifugadora, tal como una centrifugadora de decantación, en granos húmedos y residuo fino. El evaporador 108 puede concentrar el residuo fino en jarabe mediante evaporación, y el jarabe se puede combinar con granos húmedos para producir granos de destilería y solubles (DGS), o se puede secar para producir granos secos de destilería y solubles (DDGS), o ambos. La recuperación de bioaceite 107 se puede implementar como un subsistema o se puede integrar en la línea primaria del proceso mostrada en la figura. La recuperación de bioaceite, por ejemplo, puede ser una parte del proceso en el que residuo se desvía o se retira de la línea principal del proceso para su tratamiento con un adyuvante de separación en combinación con evaporador y una centrifugadora en un subsistema que es diferente a la línea principal del sistema que se muestra en la FIG. 1 que incluye el evaporador 108. La recuperación de bioaceite 107, como alternativa, se puede integrar más directamente en la línea principal del proceso. Por ejemplo, un tratamiento del residuo fino con el adyuvante de separación se puede producir en combinación con la evaporación realizada en el evaporador 108 de la línea principal del proceso y junto con una centrifugadora añadida

usada para recuperar el aceite (mostrado en otras figuras en el presente documento). En este ejemplo, el evaporador 108 de la línea principal del proceso y la centrifugadora añadida indicada se usan en el subsistema de recuperación de bioaceite. El maíz se muestra como el material de biomasa en la FIG. 1 con fines de ilustración, y se pueden usar otros materiales de biomasa, tales como otros materiales de biomasa que contienen almidón fermentable.

Haciendo referencia a la FIG. 2, se muestra un método de recuperación de bioaceite tal como se aplica a un residuo que contiene aceite. Se muestra que el residuo 201 se alimenta a la recuperación de bioaceite 200 (que puede ser la misma que 107 que se muestra en la FIG. 1), en la que el residuo se trata con un adyuvante de separación 202, que puede tener una composición descrita en el presente documento. El residuo tratado resultante 203 se centrifuga 204 para proporcionar un producto concentrado de aceite 205 y un jarabe con escasez de aceite 206. El jarabe con escasez de aceite 206 opcionalmente se puede combinar en la etapa 207 con granos de destilería húmedos (WDG) para procesamiento adicional, tales como los WDG que se muestran en el flujo del proceso de la FIG. 1.

Haciendo referencia a la FIG. 3, un subsistema 300 para la recuperación de bioaceite comprende un evaporador de múltiples etapas 302 y una centrifugadora 306 para su uso en la recuperación del bioaceite 308 del residuo que contiene aceite 301 como materia prima. El evaporador de múltiples etapas 302, por ejemplo, puede ser una disposición en serie de una pluralidad de evaporadores que pueden retirar agua y/o u otros compuestos volátiles del residuo para concentrar el residuo fino y aumentar su contenido de sólidos. El evaporador de múltiples etapas 302 puede ser, por ejemplo, un evaporador ultrarrápido de múltiples etapas, que puede tener diseños de equipo conocidos generalmente en la industria de producción de bioetanol. En este sentido, para la concentración del residuo se pueden usar evaporadores de película de caída, o circulación forzada, o múltiples efectos, u otros tipos de evaporadores. La materia prima 301, por ejemplo, puede ser cualquiera de las fuentes de residuo indicadas con respecto a la FIG. 1. En un ejemplo en el que el residuo fino es la materia prima, el procesamiento inicial del residuo completo producido como un subproducto de la fermentación y destilación de maíz se puede realizar de una manera convencional, tal como usando un decantador centrífugo (no se muestra), y el residuo fino separado de forma mecánica se puede suministrar al evaporador de múltiples etapas 302 que forma parte del subsistema 300. Para aumentar la eficacia, la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y el calentado se puede reducir usando los evaporadores de este tipo de múltiples etapas. En la FIG. 3, el vapor 310 se alimenta en al menos uno de los evaporadores individuales 303A, 303B y 303C del evaporador de múltiples etapas 302, y los compuestos volátiles 313B y 313A se descargan como elementos superiores de la sucesión de evaporadores y se pueden usar en un evaporador sucesivo para calentar el residuo en esa unidad. Como se muestra en la FIG. 3, el vapor real se puede introducir en el evaporador 303C a través de la válvula 316G. Por ejemplo, el vapor se puede introducir en un lado del vapor (lado que no tiene el producto) de un diseño de intercambiado de calor del evaporador 303C, y los compuestos volátiles 313B del residuo calentado se pueden descargar del lado del residuo del evaporador 303B. El vapor de calentamiento condensado 317 se puede retirar del evaporador 303C. Los compuestos volátiles del residuo 313B producidos en el evaporador 303C se pueden alimentar a un lado del vapor de un diseño de intercambio de calor de un evaporador sucesivo 303B y se pueden usar para calentar el residuo en esa unidad. A su vez, los compuestos volátiles 313A descargados desde el lado del residuo del evaporador 303B se pueden alimentar a un lado del vapor de un diseño de intercambio de calor de otro evaporador 303A se pueden usar para calentar el residuo en esa unidad. Una corriente de vapor/compuestos volátiles 311 se puede descargar desde el lado del residuo del evaporador 303A. El vapor real también se puede usar al menos en parte para calentar el residuo en una pluralidad o en todos los evaporadores. Entre los evaporadores en el proceso de evaporación de múltiples etapas se pueden usar bombas para conducir los líquidos que contienen aceite no volatilizados ("partes inferiores") sucesivamente desde un evaporador al siguiente evaporador en el flujo de proceso de la unidad de evaporador de múltiples etapas.

El evaporador de múltiples etapas 302 usado en la FIG. 3, por ejemplo, puede tener una pluralidad de etapas (es decir, "n" etapas, en las que $n \geq 2$). El número de etapas "n" puede ser, por ejemplo, 2 o más etapas, o 5 o más etapas, u 8 o más etapas, o de 2 a 8 etapas, o de 2 a 9 etapas, o de 2 a 10 etapas, u otros números, colocadas en serie. El evaporador 302, por ejemplo, puede tener 8 etapas con 7 bombas interviniendo usadas para bombear el residuo del primer evaporador o de la etapa 1 a la etapa 2, de la etapa 2 a la etapa 3, de la etapa 3 a la etapa 4, de la etapa 4 a la etapa 5, de la etapa 5 a la etapa 6, de la etapa 6 a la etapa 7, y de la etapa 7 a la etapa 8. Una bomba adicional, por ejemplo, una octava bomba, se puede usar para bombear las partes inferiores del evaporador final. El contenido de aceite de las partes inferiores del residuo en el evaporador se puede hacer progresivamente mayor y el contenido de compuestos solubles orgánicos acuosos y volátiles progresivamente menor, a medida que el residuo avanza a través de la sucesión de etapas de evaporadores. Por ejemplo, la FIG. 3 muestra un evaporador de múltiples etapas 302 con n etapas de evaporadores que incluyen los evaporadores 303A, 303B y 303C. Las válvulas 316A-F se pueden usar para controlar el flujo de residuo líquido a través del sistema evaporador 302. La bomba 304A bombea las partes inferiores del primer evaporador 303A a un evaporador sucesivo, tal como el evaporador 303B o u otro evaporador que intervenga (no se muestra). La bomba 304A también se puede usar para recirculación de las partes inferiores desde el evaporador 303A de nuevo en ese evaporador. La bomba 304B bombea la parte inferior desde el evaporador 303B al evaporador 303C. La bomba 304B también se puede usar para recirculación de las partes inferiores desde el evaporador 303B. La bomba 304C también se puede usar para recirculación de las partes inferiores desde el evaporador 303C de nuevo a ese evaporador y/o puede bombear las partes inferiores 307 desde el evaporador final 303C a la centrifugadora 306. Una bomba de suministro de deslizamiento de aceite 304D

separada se puede extraer de la succión de un evaporador elegido, tal como el evaporador 303B, y la bomba 304D puede suministrar el residuo/jarabe 312 desde el evaporador elegido a la centrifugadora de aceite 306. En la ilustración de la FIG. 3 se muestra el evaporador 303B como elegido para este fin, pero se podría elegir otro evaporador tal como 303A, 303C, etc. Como se indica, entre el primer evaporador 303A y su bomba de descarga 304A y el evaporador 303B y su bomba de descarga 304B se pueden instalar y usar evaporadores y bombas adicionales. Se muestran las materias primas 301A, 301B, y 301C para los evaporadores 303A, 303B, y 303C diferentes respectivos. Como se indica en la FIG. 3, se puede incluir un sistema de válvulas para reciclar opcionalmente alguna o ninguna de las partes inferiores de un evaporador respectivo de nuevo al mismo evaporador. El adyuvante de separación 305A se puede añadir a la materia prima de residuo 301, o el adyuvante de separación 305B se puede añadir a la bomba 304A, o el adyuvante de separación 305C se puede añadir a la bomba 304B o a la bomba 304D, o el de adyuvante de separación se puede añadir a las partes inferiores alimentadas por bombas desde cualquier otro evaporador al siguiente en la serie de evaporadores, o se puede usar cualquier combinación de estos puntos de adición del adyuvante de separación. El adyuvante de separación también se puede introducir directamente en un evaporador y/o a través de una corriente lateral (no se muestra).

En un proceso de flujo continuo en un subsistema de recuperación de bioaceite, el residuo puede tener un contenido de sólidos, por ejemplo, inferior a un 30 % en peso, o de aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 20 % en peso, o de aproximadamente un 7 % en peso a aproximadamente un 18 % en peso, u otros valores (basados en el peso del residuo), cuando el adyuvante de separación se añade al residuo antes o en el evaporador de múltiples etapas. Como se indica, el adyuvante de separación se puede mezclar con el residuo antes de su introducción en el evaporador, o se puede añadir al residuo en o entre los evaporadores del evaporador de múltiples etapas, o cualquier combinación de los mismos. El adyuvante de separación se puede añadir predominantemente en una o más etapas intermedias de un evaporador de múltiples etapas. El adyuvante de separación se puede introducir, por ejemplo, en un evaporador de múltiples etapas de 8 etapas en cualquiera de las bombas 5 a 8, o directamente en cualquiera de los evaporadores 5 a 8, o cualquier combinación de los mismos. Las bombas pueden proporcionar puntos de introducción convenientes para el adyuvante de separación. Como se indica, las bombas 1-7 son bombas entre los evaporadores sucesivos en una serie de evaporadores de ocho etapas y la 8ª bomba se usa para bombear las partes inferiores del evaporador final a la centrifugadora. Por ejemplo, en la FIG. 3, el concentrado o jarabe 307 descargado del evaporador final 303C se bombea a la centrifugadora 306 para procesamiento de separación para recuperar el aceite. El concentrado o jarabe se separa mediante la centrifugadora 306 en el producto con aceite concentrado 308 y un jarabe con escasez de aceite 309. La centrifugación separa el aceite de los líquidos no oleosos para capturar el aceite. El contenido de sólidos en el producto de aceite concentrado puede ser, por ejemplo, de al menos aproximadamente un 95 % en peso, o al menos aproximadamente un 96 % en peso, o al menos aproximadamente un 97 % en peso, o al menos aproximadamente un 98 % en peso, o al menos aproximadamente un 99 % en peso, o de aproximadamente un 95 % en peso a un 100 % en peso, o de aproximadamente un 98 % en peso a aproximadamente un 99,5 % en peso, u otros valores, basándose en el peso del producto. Estas cantidades se pueden representar totalmente (100 %) mediante sólidos oleosos, o cantidades menores que incluyen a los mismos intervalos numéricos indicados proporcionados para el contenido de sólidos en general. El balance del producto de aceite concentrado puede ser agua, compuestos orgánicos no oleosos, o ambos. El contenido de sólidos del jarabe con escasez de aceite puede ser, por ejemplo, de aproximadamente un 4 a aproximadamente un 8 % en peso, o aproximadamente un 6 % en peso, u otros valores. La centrifugadora 306 puede ser, por ejemplo una centrifugadora de decantación, un decantador de recipiente sólido de centrifugadora horizontal, una centrifugadora de discos apilados, una centrifugadora sellada herméticamente, u otro tipo de centrifugadora o separador por gravedad. Como se indica en la FIG. 2, el jarabe con escasez de aceite 309 descargado de la centrifugadora se puede combinar con granos de destilación húmedos en un procesamiento posterior.

Haciendo referencia a la FIG. 4, se muestra la recuperación de bioaceite como realizará en un subsistema 410 que está integrado en una línea principal del proceso de una instalación de producción de bioetanol. La producción de biocombustible y subproductos de etanol a partir de maíz incluye la recuperación de bioaceite a partir del residuo fino 401 que se ha tratado con el adyuvante de separación 403 en un evaporador 402 (tal como se muestra en la FIG. 3), y a continuación el aceite 406 se separa del producto de jarabe 404 del evaporador 402 con una centrifugadora 405. El evaporador 402 puede ser una unidad de múltiples etapas, tal como un evaporador de 8 etapas, colocado para concentrar el residuo fino 401 en jarabe 404 mediante evaporación antes de la mezcla de este jarabe 404 con los granos húmedos antes del secador térmico. Un evaporador de múltiples etapas 402 puede tener un diseño tal como se muestra para el evaporador 302 en la FIG. 3. El subsistema 410 incorpora la centrifugadora 405 en el flujo del proceso para separar el aceite 406 del producto de jarabe 404 descargado del evaporador 402. Como también se indica en la FIG. 4, el jarabe con escasez de aceite 407 descargado de la centrifugadora 405 se puede combinar con granos de destilación húmedos y se puede secar en la producción de DDGS.

El adyuvante de separación puede comprender, por ejemplo, a) de un 30 % en peso a un 70 % en peso de lecitina; b) de un 30 % en peso a un 70 % en peso de aceite; y c) de un 1 % en peso a un 40 % en peso de tensioactivo. Todos los porcentajes de peso proporcionados para los componentes del adyuvante de separación que se muestran en el presente documento se basan en el peso total de la composición. El adyuvante de separación puede comprender a) de un 30 % en peso a un 50 % en peso de dicha lecitina; b) de un 20 % en peso a un 50 % en peso de dicho aceite; c) de un 1 % en peso a un 20 % en peso de dicho tensioactivo. El adyuvante de separación puede

comprender a) de un 30 % en peso a un 50 % en peso de dicha lecitina; b) de un 20 % en peso a un 50 % en peso de dicho aceite; c) de un 1 % en peso a un 20 % en peso de dicho tensioactivo. El adyuvante de separación puede comprender a) de un 30 % en peso a un 50 % en peso de dicha lecitina; b) de un 20 % en peso a un 50 % en peso de dicho aceite; c) de un 3 % en peso a un 15 % en peso de dicho tensioactivo. La lecitina y el aceite pueden estar presentes en una proporción de peso/peso de lecitina:aceite de 0,8:1 a 1:0,8, o de 0,85:1 a 1:0,85, o de 0,9:1 a 1:0,9, o 1:1, u otros valores. El adyuvante de separación puede ser eficaz para proporcionar un aceite de alta calidad a niveles de dosificación bajos. El adyuvante de separación se puede añadir a la biomasa que se está tratando en una cantidad para que esté presente en un intervalo de ppm, por ejemplo, de aproximadamente 200 ppm a aproximadamente 800 ppm, o de aproximadamente 250 ppm a aproximadamente 750 ppm, o de aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 700 ppm, o de aproximadamente 350 ppm a aproximadamente 650 ppm, u otros de aproximadamente 400 ppm a aproximadamente 600 ppm, u otros valores mencionados anteriormente, dentro, y por debajo de los intervalos proporcionados. Los valores de ppm indicados en el presente documento se basan en valores de peso/peso.

El adyuvante de separación se puede usar sustancialmente puro, por ejemplo, comprendiendo menos de un 1 % en peso de agua, o menos de un 0,5 % en peso de agua, o menos de un 0,1 % en peso de agua, o menos de 500 ppm de agua, o menos de 100 ppm de agua, o un 0 % en peso de agua. El adyuvante de separación se puede formular con un contenido de compuestos aromáticos muy bajo o sin compuestos aromáticos. El adyuvante de separación se puede formular, por ejemplo, comprendiendo menos de un 1 % en peso de compuestos aromáticos, o menos de un 0,5 % en peso de compuestos aromáticos, o menos de un 0,1 % en peso de compuestos aromáticos, o un 0 % en peso de compuestos aromáticos. El adyuvante de separación se puede formular o sin alcohol. El adyuvante de separación se puede formular, por ejemplo, comprendiendo menos de un 1 % en peso alcohol, o menos de un 0,5 % en peso alcohol, o menos de un 0,1 % en peso alcohol, o un 0 % en peso alcohol. El adyuvante de separación puede ser una composición o mezcla de calidad alimentaria o aprobada por GRAS.

La lecitina usada en el adyuvante de separación puede ser de origen natural, de origen modificado o sintético. La lecitina que se puede usar en la presente invención puede ser lecitina obtenida a partir de cualquier fuente vegetal, animal o microbiana. Los materiales de partida de lecitina adecuados están disponibles en el mercado, e incluyen productos disponibles de lecitina de soja y de yema de huevo. La lecitina se puede obtener a partir de fuentes naturales tales como yema de huevo, y plantas tales como soja, maíz, colza y similares, en los que es un subproducto del refinamiento del aceite vegetal. El aceite de soja es la mayor fuente de lecitina comercial. La composición de la lecitina comercial depende de la fuente, los métodos de preparación y el grado de purificación, pero en la forma más pura se compone principalmente de fosfatidos. La lecitina comercial, por ejemplo, es un coproducto de procesamiento de aceite obtenido durante la etapa de desgomado. Por ejemplo, la lecitina de soja es una mezcla compleja y comprende fosfolípidos y triglicéridos, con cantidades menores de otros constituyentes tales como fitoglicolípidos, fitosteroles, tocoferoles y ácidos grasos. Los principales fosfolípidos presentes en las lecitinas vegetales son fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilinositol. La lecitina de yema de huevo contiene fosfatidilcolina y fosfatidiletanolamina como fosfolípidos principales. La lecitina se puede extraer químicamente (usando hexano) o mecánicamente a partir de fuentes fácilmente disponibles tales como habas de soja. La lecitina tiene baja solubilidad en agua. En solución acuosa, sus fosfolípidos pueden formar liposomas, láminas bicapa, micelas o estructuras laminares, dependiendo de la hidratación y la temperatura. Esto da como resultado un tipo de material que generalmente se clasifica como anfipático. Como se usa en el presente documento, "lecitina modificada" se refiere, pero no se limita a, acetilación, hidroxilación, hidrogenación, productos de hidrólisis de lecitina, cloración, bromación, yodación, halogenación, fosforilación y sulfonación, así como cualquier otra modificación conocida por los expertos en la materia. Las lecitinas acetiladas se pueden producir, por ejemplo, usando un anhídrido de ácido carboxílico tal como anhídrido acético para la acetilación de fosfolípidos de lecitinas vegetales, tal como se muestra en el documento de Patente de Estados Unidos N.º 3.301.881. Para la preparación de un fosfolípido acetilado se puede usar un proceso enzimático a partir de lecitinas vegetales tales como lecitina de soja, lecitina de colza y lecitinas animales tales como lecitina de yema de huevo o fosfatidiletanolamina pura aislada a partir de las lecitinas mencionadas anteriormente. Las lecitinas comerciales se pueden acetilar, por ejemplo, usando acetato de vinilo como agente de acilación en presencia de lipasa de *Mucor miehei* que tiene especificidad como catalizador en la posición 1,3, tal como se muestra en el documento de Patente de Estados Unidos N.º 6.403.344. En la lecitina acetilada, por ejemplo, la acetilación se produce principalmente en el grupo amino de la fosfatidiletanolamina. El grado de acetilación en la lecitina modificada, si se usa, puede ser parcial o completo. El grado de acetilación en una lecitina modificada puede ser, por ejemplo, de aproximadamente un 5 % a un 100 %, o de aproximadamente un 10 % a aproximadamente un 99 %, o de aproximadamente un 15 % a aproximadamente un 95 %, o de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 90 %, o de aproximadamente un 25 % a aproximadamente un 75 %, u otros valores. La lecitina contiene adicionalmente una serie de grupos funcionales químicos que la hacen susceptible a una diversidad de reacciones químicas. Estos grupos incluyen dobles enlaces carbono-carbono, ésteres, ésteres de fosfonato, aminas y grupos hidroxilo. La modificación también puede dar como resultado lecitina interesterificada. Adicionalmente, las lecitinas se pueden modificar con enzimas. Como se usa en el presente documento, los "fosfatidos" (Fosfolípidos) se refieren, pero no se limitan a, mezclas de fosfatidil colina, fosfatidil etanolamina, fosfatidil serina, fosfatidil inositol, ácido fosfatídico, N-acilfosfatidil etanolamina y otros constituyentes menores relacionados. Las fuentes comerciales de lecitina o lecitina modificada que se pueden usar en adyuvantes de separación de la presente invención incluyen, por ejemplo, Solec HR 2B de Solae LLC (Memphis, Tennessee USA).

El aceite incluido en el adyuvante de separación indicado puede ser, por ejemplo, aceite mineral, aceite vegetal de triglicéridos, aceite de hidrocarburo o cualquier combinación de los mismos. El aceite mineral puede ser, por ejemplo, aceite mineral blanco o aceite de sellado mineral. Los ejemplos del aceite mineral pueden ser el aceite residual atmosférico obtenido en la destilación de petróleo crudo, gasóleo al vacío y aceite residual al vacío obtenido por destilación al vacío del aceite residual atmosférico, sus aceites hidrotratados, aceites de pirólisis y/o sus mezclas. Entre estos aceites minerales, el aceite residual atmosférico, el aceite residual al vacío y sus productos hidrotratados o productos de pirólisis se denominan aceites residuales en la presente invención. El aceite vegetal de triglicéridos puede ser, por ejemplo, aceite de maíz De triglicéridos. El aceite de hidrocarburo puede ser, por ejemplo, aceite mineral blanco, o cualquier combinación de los mismos. Las fuentes comerciales del aceite que se pueden usar en adyuvantes de separación de la presente invención incluyen, por ejemplo, Aceite Mineral Blanco 70 de Clarion, CITGO Petroleum (Houston, USA).

Los tensioactivos incluidos en la composición de adyuvante de separación indicada pueden ser, por ejemplo, tensioactivos no iónicos, tensioactivos catiónicos o tensioactivos aniónicos. El tensioactivo (que puede ser uno o más) puede ser un tensioactivo no iónico, por ejemplo, aceite de ricino etoxilado, un éster de sorbitán etoxilado, un PEG, un poloxámero, un glicol acetilénico o un sulfonato, o combinaciones de los mismos. Los tensioactivos no iónicos pueden ser, por ejemplo, polietilenglicoles no iónicos, tales como etoxilatos de ácidos carboxílicos, etoxilatos de mono-, di- o triglicéridos, etoxilatos de mono-, di- o triésteres de sorbitán o etoxilatos de alcoholes grasos. Los ésteres de sorbitán etoxilados se pueden obtener en el mercado como tensioactivo de la serie TWEEN o polisorbato.

Otros tensioactivos no iónicos adecuados son mono-, di- o triglicéridos basados en ácidos grasos que tienen 12-22 átomos de carbono, o mono-, di- o triésteres de sorbitán basados en ácidos grasos que tienen 12-22 átomos de carbono. Las fuentes comerciales de tensioactivo no iónico que se pueden usar en adyuvantes de separación de la presente invención incluyen, por ejemplo, Polisorbatos Lumisorb de Lambent Technologies Corporation (Gurnee, Ill USA). El tensioactivo no iónico puede ser al menos un poloxámero. Los poloxámeros pueden ser copolímeros de tribloque no iónicos que comprenden un bloque central de un bloque de óxido de polialquileño hidrófobo, que está flanqueado en ambos lados con bloques hidrófilos de óxido de polialquileño. Los poloxámeros están disponibles en el mercado disponibles con una calidad alimentaria. Una fuente comercial de poloxámeros son, por ejemplo, los copolímeros PLURONIC® de BASF Corporation (Florham Park, Nueva Jersey, U.S.A.).

La solubilidad en agua de los tensioactivos, tales como los tensioactivos no iónicos, puede estar relacionada con su valor o índice de equilibrio hidrófilo-lipófilo (HLB). Los tensioactivos no iónicos pueden tener un valor de HLB de al menos aproximadamente 6, o al menos aproximadamente 9, o al menos aproximadamente 12, o de aproximadamente 6 a 20, o de aproximadamente 7 a aproximadamente 19, o de aproximadamente 8 a aproximadamente 18, o de aproximadamente 9 a aproximadamente 17, o de aproximadamente 10 a aproximadamente 16, u otros valores. La solubilidad en agua de los tensioactivos no iónicos puede estar relacionada se puede relacionar con su valor o índice de equilibrio hidrófilo-lipófilo (HLB). El valor de HLB se puede calcular de una manera convencional. Por ejemplo, el valor de HLB de un tensioactivo no iónico se puede calcular dividiendo el porcentaje de peso molecular de la parte hidrófila del tensioactivo no iónico entre cinco. Por ejemplo, un tensioactivo no iónico que contiene un 80 % en moles de parte hidrófila (total) podría tener un valor de HLB calculado para que fuera 16 (es decir, $80/5 = 16$). Los valores de HLB que superan 20 son valores relativos o comparativos.

La composición de adyuvante de separación puede contener aditivos opcionales adicionales. Por ejemplo, el adyuvante de separación puede contener sílice, tal como sílice ahumada. La sílice ahumada puede ser hidrófoba o hidrófila. La sílice ahumada es de calidad alimentaria y puede ser más deseable por esta razón. Si se usa, la sílice ahumada puede estar contenida en el adyuvante de separación en una cantidad, por ejemplo, de aproximadamente un 1 % en peso a un 10 % en peso.

La presente invención se aclarará adicionalmente con los siguientes ejemplos, que pretenden ser solamente a modo de ejemplo de la presente invención. A menos que se indique de otro modo, todas las cantidades, porcentajes, proporciones y similares usados en el presente documento son en peso.

La presente invención se define con las reivindicaciones y se refiere a la recuperación de bioaceites que no provienen de algas.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se realizó un ensayo experimental en el residuo (16-18 % en peso de sólidos) que provenía de un quinto evaporador de un evaporador de 8 etapas usado en una instalación de producción de bioetanol que usa materia prima de maíz, tal como se muestra en las FIGS. 1 y 3 en el presente documento y que por lo general se describe en la patente '182 mencionada anteriormente. Las muestras de residuo retiradas se mezclaron con diversas composiciones de tratamiento indicadas en la Tabla 1 agitando manualmente el residuo con dosificaciones seleccionadas de la composición de tratamiento, y a continuación vertiendo las mezclas resultantes en tubos de medición, y los productos de aceite recuperados se observaron y se compararon para transparencia y volumen. En la Tabla 1, las

composiciones de tratamiento 1 y 2 contenían al menos lecitina y aceite. Estas composiciones son adyuvantes de separación que representan ejemplos de la presente invención. Las otras composiciones de tratamiento contenían otras combinaciones de productos químicos y son ejemplos de comparación.

5

Tabla 1

Composición de Tratamiento N.º	Dosificación	Formulación de la Composición de Tratamiento (en % en peso)
Comparación 1*	400 ppm	Aceite de soja hidrogenado Aceite mineral Tensioactivo
Comparación 2	400 ppm	Polisorbato 60 al 63 % Trans-402 al 26 % propilenglicol al 11 %
Comparación 3	400 ppm	Tween 80 al 63 % PD-602 al 26 % propilenglicol al 11 %
Comparación 4	200 ppm	aceite de ricino etoxilado al 70 % (ECO) aceite de soja al 30 %
1	200 ppm	lecitina de soja al 50 % aceite mineral al 50 %
2	200 ppm	lecitina de soja al 33 % aceite mineral al 33 % ECO al 33 %
Comparación 5**	200 ppm	Ácido oleico etoxilado Propilenglicol Glicerina Sílice
Comparación 6	800 ppm	PEG400DT al 70 % Polisorbato al 28 % 60 sílice al 2 %

*: Magrabar PD-602 (Magrabar Chemical Corp., Morton grove, Illinois, US).

**: Hidromaíz 300 (Hydrite Incorporated).

Se observó que las composiciones del tratamiento 1 y 2 proporcionaban un volumen de separación de aceite mejor a niveles de dosificación menores y una calidad del aceite comparable o mejor que la de las composiciones del ensayo de comparación 1, 2, 3, y 6 aplicadas a niveles de dosificación más elevados. Se observó que las composiciones de tratamiento 1 y 2 proporcionaban una separación del aceite y una calidad del aceite mejores que la de las composiciones del ensayo de comparación 4 y 5 a los mismos niveles de dosificación. Los resultados indican que en la separación del aceite con una combinación de lecitina y aceite se obtiene una sinergia en comparación con los aceites usados en combinación entre sí y/o los tensioactivos indicados usados en las formulaciones de comparación.

10

15 Ejemplo 2

Se realizó un ensayo experimental adicional en el residuo (16-18 % en peso de sólidos) que provenía de un quinto evaporador de un evaporador de 8 etapas usado en una instalación de producción de bioetanol que usa materia prima de maíz, tal como se muestra en las FIGS. 1 y 3 en el presente documento y que por lo general se describe en la patente '182 mencionada anteriormente. Las muestras de residuo retiradas se mezclaron con diversas composiciones de tratamiento indicadas en la Tabla 2 (cantidades proporcionadas en % en peso) agitando manualmente el residuo con la composición de tratamiento añadida, vertiendo las mezclas resultantes en tubos de medición, y comparando visualmente los aceites recuperados para transparencia y volumen para un Producto de Valor inicial. El producto de Valor inicial era una muestra de residuo tratada con la composición de tratamiento de Comparación 1 como se ha descrito en el Ejemplo 1. El producto 33 era residuo tratado con la composición de tratamiento 2 que se ha descrito en el Ejemplo 1. Todas las muestras de residuo se dosificaron con 30 µl de composición de tratamiento que es equivalente a aproximadamente 550 ppm. La Tabla 2 muestra los resultados del porcentaje de aceite recuperado en comparación con la muestra de valor inicial indicada. Trans 402 es de Trans-Chenco; Dow FC 114 y FC-149 son Desespumantes de Caña Fluida que son glicoles E0-130 de Dow Chemical; Agrol 2.0, 3.6, 4.3 son aceite de soja hidroxilado de BioBased Technologies; los Desespumantes Suppressor 3583 y

20

25

30

9905 son de Hydrite Inc.; los productos de HDP son de Harcros; y los productos Antiespumante y FG-10 de Dow Corning tienen base de silicona.

Tabla 2

Producto	Composición de Tratamiento	% de Valor Inicial		Producto	Composición de Tratamiento	% de Valor Inicial
1	Trans 402 al 33 %; Dow FC 114 al 33 %; Ácido Alto Oleico al 33 %	0 %		22	Desespumante Suppressor 3583	65 %
2	Trans 402 al 33 %; Dow FC 149 al 33 %; Ácido Alto Oleico al 33 %	60 %		23	Desespumante Suppressor 9505	10 %
3	Trans 402 al 33 %; Dow FC 114 al 33 %; Agrol 2.0 al 33 %	0 %		29	Dow FC 149 Desespumante de Caña Fluido	45 %
4	Trans 402 al 33 %; Dow FC 149 al 33 %; Agrol 2.0 al 33 %	65 %		30	Topcitina UB al 100 % (lecitina sin modificar)	10 %
5	Trans 402 al 33 %; Dow FC 114 al 33 %; Agrol 3.6 al 33 %	10 %		31	Topcitina UB al 80 %, trans 402 al 20 % (mezcla de sílice ahumada y colza)	35 %
6	Trans 402 al 33 %; FC 149 al 33 %; Agrol 3.6 al 33 %	15 %		33	1 (Ej. 1)	110 %
7	Trans 402 al 33 %; Dow FC 114 al 33 %; Agrol 4.3 al 33 %	10 %		34	Aceite de Ricino Etoxilado	75 %
8	Trans 402 al 33 %; Dow FC 149 al 33 %; Agrol 4.3 al 33 %	40 %		35	Mezcla de Éster de PEG: Aceite	15 %
9	Agrol 2.0	0 %		36	Ditalato de PEG 400	15 %
10	Agrol 3.6	0 %		37	monómero ácido	20 %
11	Agrol 4.3	0 %		38	ácido graso de aceite de sebo (TOFA)	20 %
15 (O)	Dow Corning FG-10	0 %		39	Polímero de EO/PO Butilo	10 %
16 (P)	Dow Corning Antiespumante AF	0 %		40	Mezcla de éster de PEG	10 %
17 (Q)	Dow Corning Antiespumante A	5 %		41	Mezcla de éster de PEG	15 %
18 (R)	Dow Corning Antiespumante C	0 %		42	PEG400	10 %
19 (S)	Dow Corning Antiespumante 1510	0 %		43	Éster de EO/PO	80 %
20 (T)	Dow Corning Antiespumante 1510	10 %				
21 (U)	1,3 Propanodiol	5 %				
Valor Inicial	Comp. 1 (Ej. 1)	100 %				

5

Como se puede observar a partir de los resultados en la Tabla 2, el producto 33, en el que el residuo se trató con la composición que incluía lecitina y aceite funcionaba un 10 % mejor que el Producto de Valor inicial en el que el residuo se trató con la composición de Comparación 1, y con una magnitud 11 veces mayor (es decir, un 110 % con

respecto a un 10 %) que el uso de lecitina sin modificar sola como la composición de tratamiento en el producto 30. Además, en ensayos adicionales, se observó que la composición que incluía lecitina y aceite funcionaba mejor en una amplia gama de condiciones.

5 Ejemplo 3

Se realizó un ensayo experimental adicional en el residuo (16-18 % en peso de sólidos) que provenía de un quinto evaporador de un evaporador de 8 etapas usado en una instalación de producción de bioetanol que usa materia prima de maíz, tal como se muestra en las FIGS. 1 y 3 en el presente documento y que por lo general se describe en la patente '182 mencionada anteriormente. Las muestras de residuo retiradas se mezclaron con diversas composiciones de tratamiento indicadas agitando manualmente el residuo con la misma dosificación, vertiendo las mezclas resultantes en tubos de medición, y comparando visualmente los aceites recuperados para transparencia y cantidad para un Producto de Valor inicial. El producto de Valor inicial era una muestra de residuo tratada en línea en una bomba del evaporador con la composición de tratamiento de Comparación 1 como se ha descrito en el Ejemplo 1. Los productos tratados denominados 13864, 13865, 13866, y 1991 se prepararon mediante tratamiento de las muestras retiradas del residuo del evaporador con cuatro composiciones diferentes de adyuvantes de separación de la presente invención. El Producto de Valor inicial tenía añadida su composición de tratamiento con la ayuda de una bomba, que añadía la composición del tratamiento directamente en el residuo. Las muestras tratadas con las composiciones de tratamiento en los productos 13864, 13865, 13866, y 1991 se mezclaron manualmente con la mano a partir del residuo recogido desde el evaporador, de modo que había un factor de mezcla implicado de que se podría esperar que proporcionara una ventaja para el tratamiento de comparación realizado en el producto de Valor inicial con adición en línea en la bomba. La composición de tratamiento usada para el producto 13864 era la misma que la composición de tratamiento 2 que se ha descrito en el Ejemplo 1. La composición de tratamiento usada para el producto 13865 era Lecitina de Soja al 40 %, Aceite de Sellado Mineral al 40 % y Polisorbato 80 al 20 %. El producto 1991 recibió una composición de tratamiento similar a la del producto 13864 en el que la composición de tratamiento también contenía sílice ahumada al 5 %.

La FIG. 6 muestra fotografías del producto 13864 comparadas con el Producto de Valor inicial a dosificaciones de 200 ppm, 300 ppm, y 400 ppm. La FIG. 7 muestra fotografías que comparan el Producto de Valor inicial con el producto de dosificación de 400 ppm de 13864. Como se puede observar, el producto 13864 tiene una capa de producto de aceite distinta en la parte superior del material de producto en el tubo que tiene esencialmente el mismo nivel de aceite de maíz que la muestra del Producto de Valor inicial. Para los productos 13865, 13866, y 1991 Se observaron resultados sustancialmente similares para los productos en comparación con los Productos de Valor inicial a niveles de su dosificación de composición de tratamiento similares, en los que la cantidad de aceite recuperado era comparable o mejor. Los productos 13864, 13866 y 1991 en particular producían resultados de recuperación de aceite muy buenos a 400 ppm. Las combinaciones de residuo y adyuvante de separación que representan los ejemplos de la presente invención que se sometieron a ensayo podrían producir una cantidad de aceite igual o ligeramente superior a la del Producto de Valor inicial, y a dosificaciones menores.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la recuperación de bioaceite a partir de un proceso de fermentación, que comprende añadir al menos un adyuvante de separación a un residuo que contiene aceite, para formar un residuo tratado antes de centrifugar dicho residuo, en el que dicho adyuvante de separación se añade en una cantidad para que esté presente en un intervalo de ppm de aproximadamente 200 ppm a 800 ppm, en el que dicho adyuvante de separación comprende al menos un aceite y de un 30 % en peso a un 70 % en peso de al menos una lecitina, y al menos un tensioactivo que tiene un valor de HLB de al menos 6, en el que el adyuvante de separación funciona como un aditivo de ruptura de aceite/desemulsionante para reducir la emulsificación o tendencias de la misma en el residuo, y centrifugar dicho residuo tratado en al menos una centrifugadora para separar al menos una parte de dicho aceite de dicho residuo tratado.
2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha adición se produce en al menos un evaporador situado corriente arriba de dicha centrifugación.
3. El método de la reivindicación 1, en el que dicho proceso de fermentación comprende una serie de evaporadores en los que dicho residuo entra de manera secuencial y situados corriente arriba de dicha centrifugación, y en el que dicha adición de dicho al menos un adyuvante de separación se produce justo antes o en al menos uno de dichos evaporadores situados más cerca de dicha centrifugadora.
4. El método de la reivindicación 3, en el que dicha serie de evaporadores comprende al menos 8 evaporadores y dicha adición se produce justo antes o en el 5º, 6º, 7º u 8º evaporador.
5. El método de la reivindicación 1, en el que dicho adyuvante de separación comprende:
 - a) de un 30 % en peso a un 70 % en peso de dicha lecitina;
 - b) de un 30 % en peso a un 70 % en peso de dicho aceite;
 - c) de un 1 % en peso a un 40 % en peso de dicho tensioactivo.
6. El método de la reivindicación 5, en el que dicho adyuvante de separación comprende menos de un 1 % en peso de agua y/o menos de un 1 % en peso de compuestos aromáticos y/o menos de un 1 % en peso de compuestos alcohólicos.
7. El método de la reivindicación 1, en el que dicha lecitina y dicho aceite están presentes en una proporción de peso de lecitina: aceite de 0,8:1 a 1:0,8.
8. El método de la reivindicación 1, en el que dicho aceite es aceite mineral, aceite vegetal, o cualquier combinación de los mismos, preferentemente un aceite de triglicéridos o aceite basado en hidrocarburo.
9. El método de la reivindicación 1, en el que dicha lecitina es una lecitina acetilada, lecitina de soja o lecitina de grano de soja.
10. El método de la reivindicación 1, en el que dicho tensioactivo es aceite de ricino etoxilado o tensioactivo de PEG.
11. El método de la reivindicación 1, en el que dicho tensioactivo tiene un valor de HLB de 9 a 20.
12. El método de la reivindicación 1, en el que dicho adyuvante de separación se añade a dicho residuo utilizando una corriente lateral.
13. El método de la reivindicación 2, en el que dicho adyuvante de separación se añade directamente en dicho evaporador que contiene dicho residuo o se mezcla con dicho residuo antes de entrar en dicho evaporador.
14. El método de la reivindicación 1, en el que dicho adyuvante de separación comprende adicionalmente sílice.
15. El método de la reivindicación 1, en el que dicho residuo tiene un contenido de sólidos inferior a un 30 % en peso cuando dicho adyuvante de separación se añade a dicho residuo.
16. El método de la reivindicación 1, en el que dicho residuo es un subproducto de un proceso de fermentación de maíz o un proceso de fermentación de caña de azúcar.
17. Un residuo tratado que comprende un residuo y un adyuvante de separación que comprende
 - a) de un 20 % en peso a un 50 % en peso de al menos una lecitina;
 - b) de un 20 % en peso a un 50 % en peso de al menos un aceite; y
 - c) de un 1 % en peso a un 20 % en peso de al menos un tensioactivo que tiene valores de HLB de al menos 9 en el que dicho adyuvante de separación está presente en una cantidad de 50 ppm a aproximadamente 800 ppm.

18. El residuo tratado de la reivindicación 17, en el que dicho contenido de sólidos de dicho residuo tratado es de un 5 % en peso a un 40 % en peso.

19. Un sistema de recuperación de bioaceite, que comprende

- 5 un suministro de biomasa que comprende un residuo;
- un suministro de adyuvante de separación, en el que dicho adyuvante de separación comprende al menos un aceite y de un 30 % en peso a un 70 % en peso de al menos una lecitina, y al menos un tensioactivo que tiene un valor de HLB de al menos 6, en el que el adyuvante de separación funciona como un aditivo de ruptura de
- 10 aceite/desemulsionante para reducir la emulsificación o tendencias de la misma en el residuo;
- una unidad de tratamiento para combinar el adyuvante de separación con la biomasa para formar una biomasa tratada; y
- una centrifugadora para deshidratar la biomasa tratada para producir un bioaceite concentrado.

15 20. El método de la reivindicación 1, en el que dicho tensioactivo es al menos un sulfonato o al menos un glicol acetilénico.

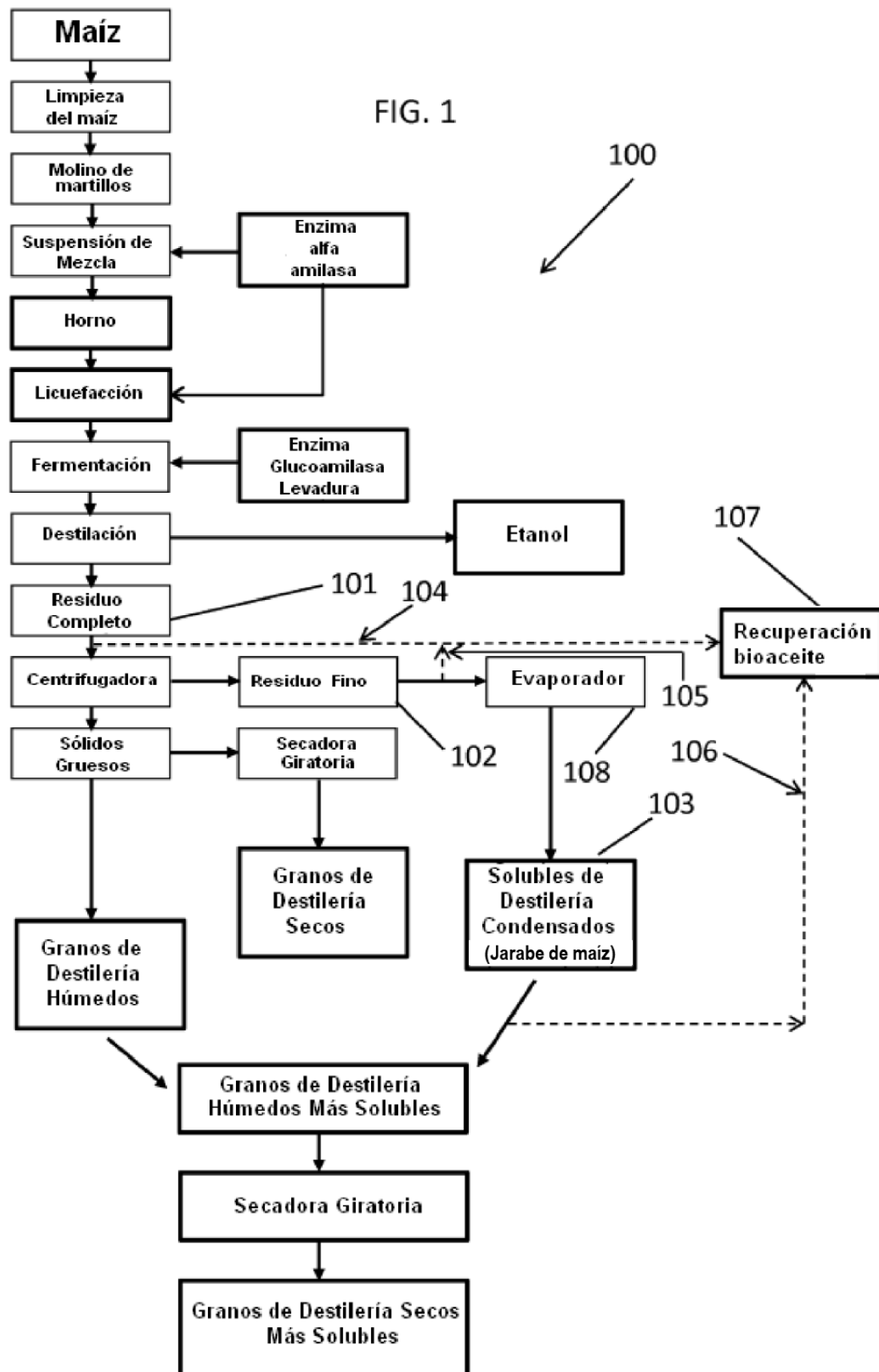


FIG. 2

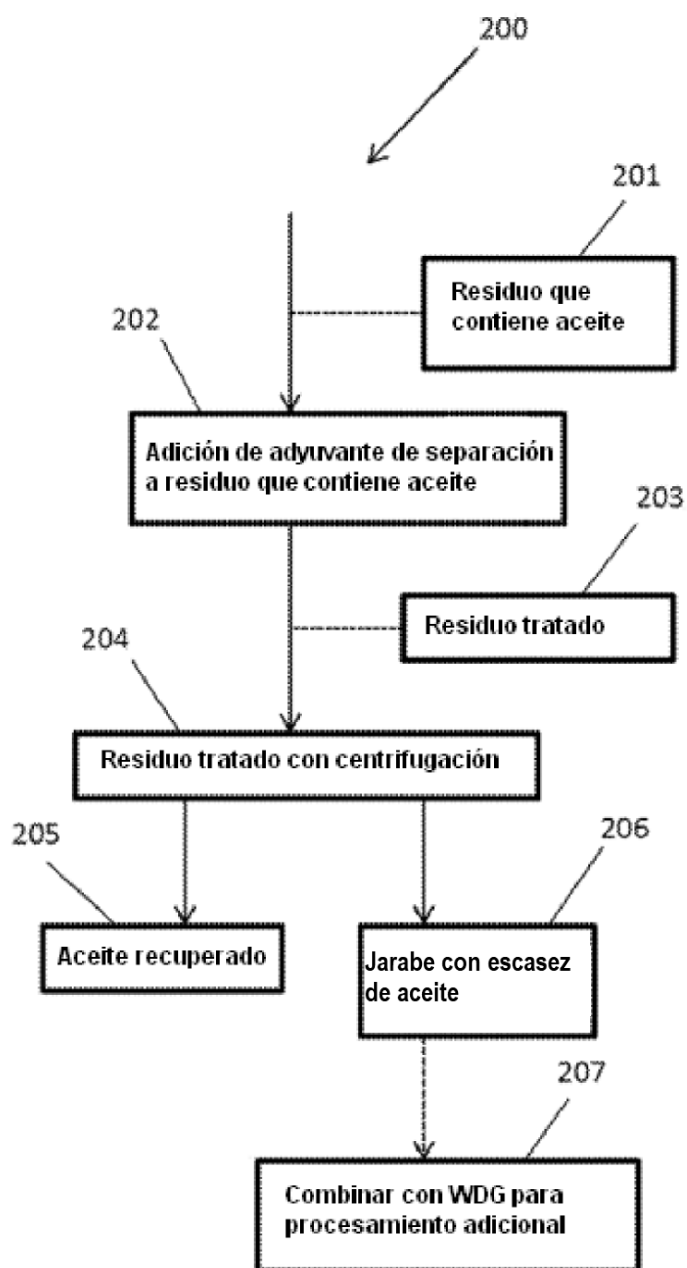
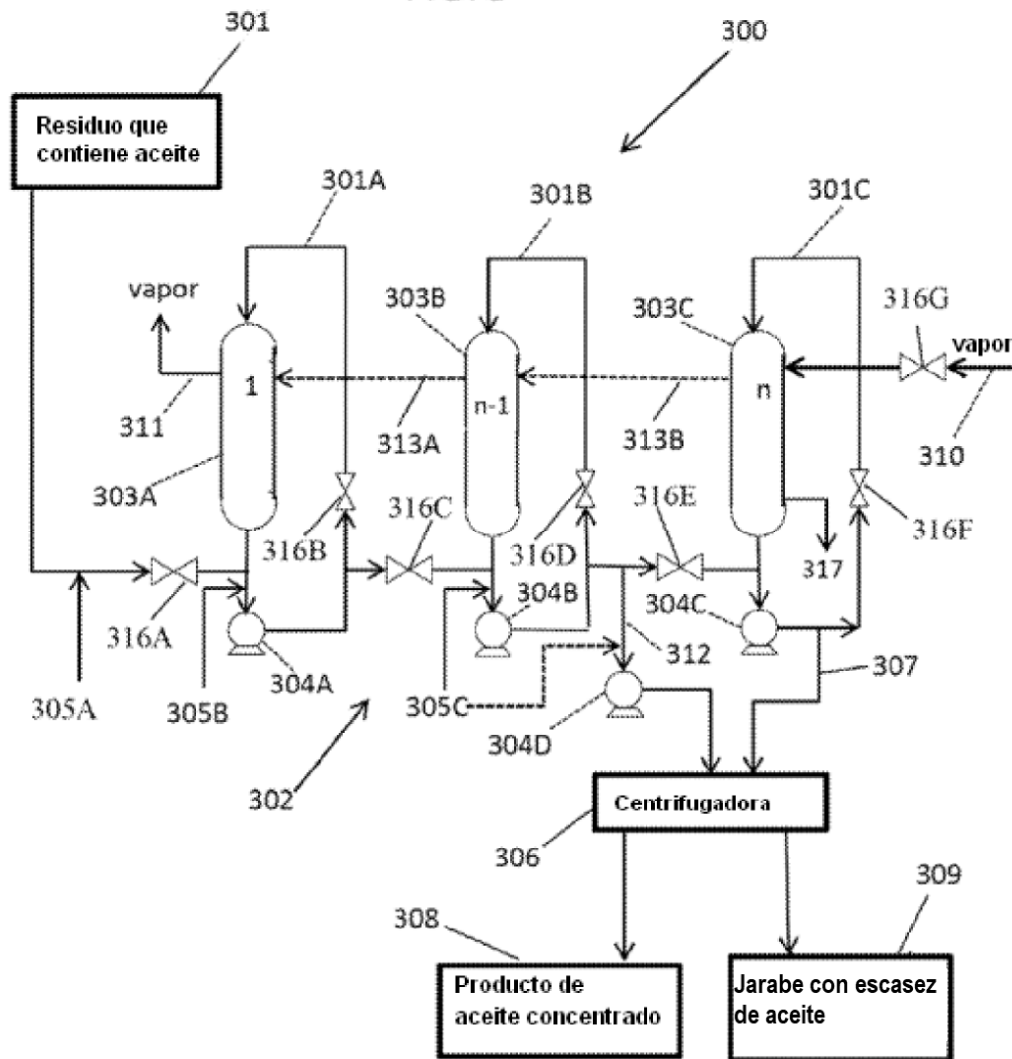


FIG. 3



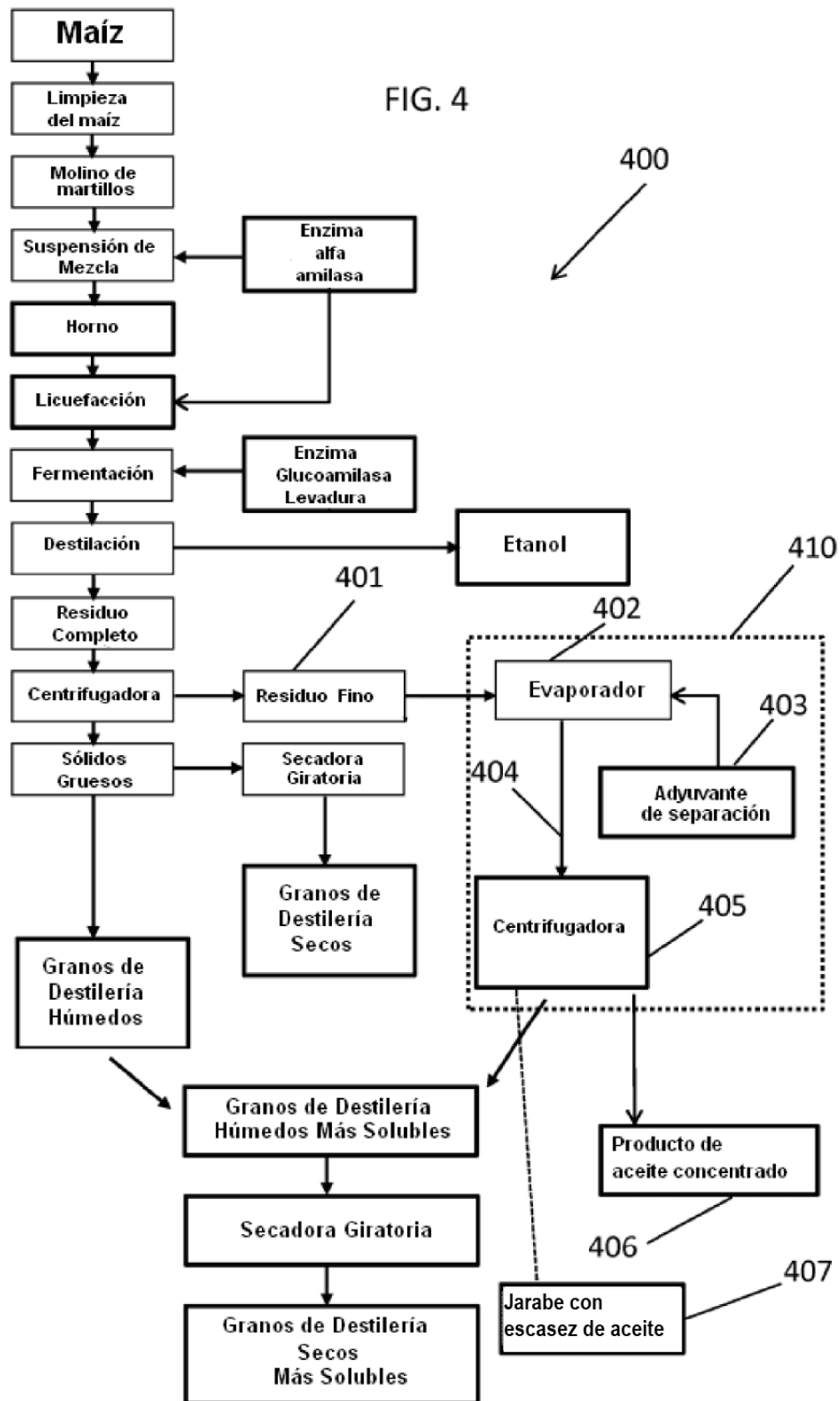


FIG. 5

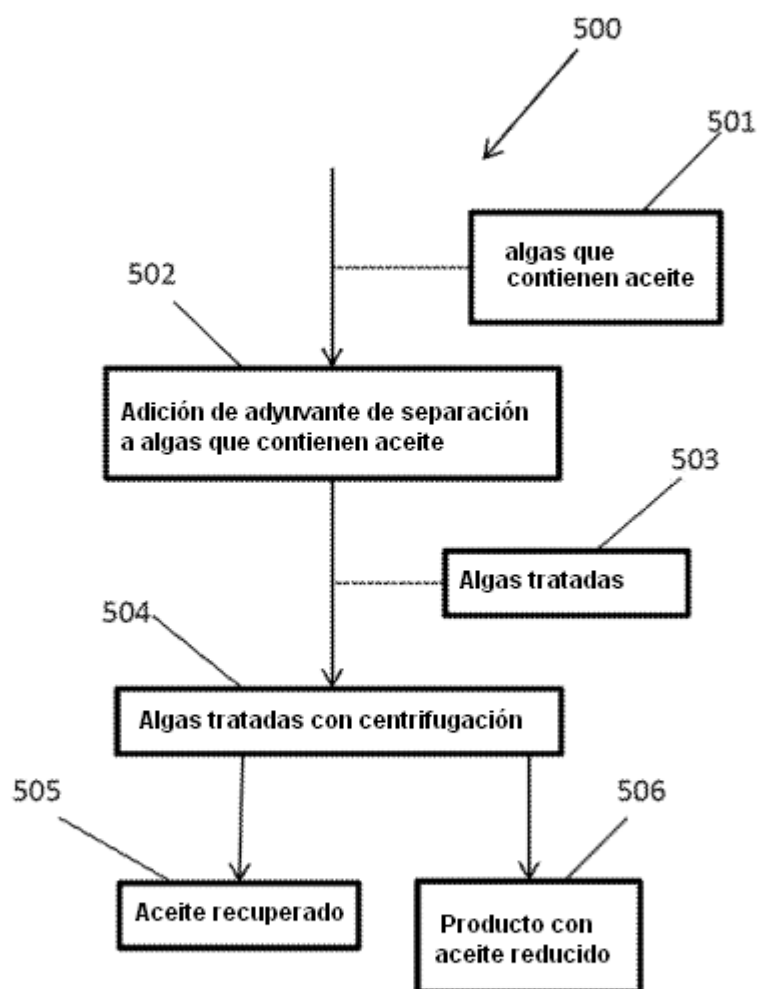


FIG. 6



FIG. 7

