

5 **UN MÉTODO PARA REMOVER EL AGUA DEL EFLUENTE PRODUCIDO A
PARTIR DE UN PROCESO DE MOLIENDA DE ACEITE DE PALMA**

Campo de la invención

La presente invención se relaciona con un procedimiento para el tratamiento del
efluente producido a partir del procesamiento de aceite de palma, y más
10 particularmente, la presente invención se relaciona con un método para procesar el
efluente de un molino de aceite de palma a fin de reducir o remover la descarga en el
medio ambiente.

Antecedentes de la invención

El aceite de palma es un producto importante que tiene amplias aplicaciones
15 desde la producción de aceites de cocina, alimentos, productos de confitería hasta
productos oleoquímicos tales como jabones y lubricantes, así como también biodiesel.
El aceite de palma se deriva de racimos de frutos frescos (RFF) de los árboles de
palma de aceite, *Elaeis guineensis*. Los RFF cosechados de la plantación de palma de
aceite, son procesados en un molino de aceite de palma para extraer el aceite de
20 palma crudo y las almendras de palma como productos principales.

Durante el procesamiento de los RFF para recuperar el aceite de palma crudo
y las almendras de palma, también se produce un gran volumen de lodos en el molino
en varias etapas. Durante el proceso de esterilización de los RFF se produce un
condensado del esterilizador. El prensado del mesocarpio produce un lodo espeso
25 compuesto de aceite de palma crudo, agua y sólidos. Durante el proceso de
clarificación se añade agua a este lodo para ayudar en la recuperación del aceite de
palma crudo. Cuando se presiona el racimo de frutos de palma vacíos (RFV), se
produce un licor de prensa de RFV que contiene aceite, agua y sólidos. Todas las 3

fracciones se pueden procesar por separado o juntas para recuperar el aceite de palma crudo. El lodo residual, que contiene normalmente <1% de aceite, 3-6% de sólidos y 93-96% de agua se denomina normalmente como efluente del molino de aceite de palma (EMAP). El volumen total del lodo está normalmente en una relación del 60% con respecto a la cantidad de RFF procesados.

Otros subproductos y desechos que se producen incluyen la cáscara de la almendra de palma, racimos de frutos de palma vacíos, fibra de mesocarpio y torta del decantador.

El efluente del molino de aceite de palma (EMAP), contiene una alta concentración de materias orgánicas y necesita ser sometido a un tratamiento para cumplir con la norma como lo requieren las autoridades competentes. Sin embargo, debido a la alta concentración de materias orgánicas, el tratamiento del EMAP ha sido siempre un desafío en la industria de molienda de aceite de palma. El tratamiento del EMAP no genera ingresos, requiere un costo sustancial para el molino de aceite de palma y ocupa una gran área de tierra. Un molino de tamaño medio con capacidad de 45 t / h de RFF a menudo requiere sistemas de tratamiento de estanque que ocupan 5-10 acres de tierra.

El desarrollo reciente en el tratamiento del EMAP incluye la captura y utilización del biogás generado durante un proceso de tratamiento anaeróbico. El biogás puede utilizarse para generar electricidad y contribuir a los ingresos de ciertos molinos mediante la venta de la energía recolectada a la red nacional. De lo contrario, el biogás puede utilizarse como combustible para calderos o ser simplemente quemado.

Aparte de eso, han existido esfuerzos continuos para buscar un nuevo y mejor método de tratamiento en la industria de molienda de aceite de palma, a fin de reducir la contaminación ambiental y cumplir con las normas más estrictas establecidas por las autoridades locales sobre el efluente de molienda. Además, a medida que la superficie de las plantaciones de palma de aceite ha ido aumentando a lo largo de los años, se requiere que el sistema de tratamiento de efluentes de las fábricas de aceite

de palma sea mejorado para manejar la cantidad creciente de RFF necesaria para el procesamiento.

5 La publicación internacional WO 2013/169091 A1 describe un método para procesar el EMAP, que comprende las etapas de pretratamiento, tratamiento biológico y separación por membranas. La etapa de pretratamiento incluye someter el EMAP a un separador rotatorio, separador de partículas y separación del agua del aceite. El tratamiento biológico en el método produce gas metano que requiere un tratamiento adicional para reducir la emisión de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

10 La publicación internacional WO 2014/05415 A1 describe un sistema para recuperar aceite del EMAP, que comprende una máquina de cribado, un calentador, una materia prima de catalizador, un reactor y una centrífuga, en donde el sistema está montado en un vehículo para su portabilidad. El sistema recupera el aceite de palma crudo del EMAP después de la centrifugación. Sin embargo, el sistema no aborda el problema de la descarga de efluentes como sólidos, y una fase acuosa se produce como subproducto.

15 La patente de Malasia MY-144226-A describe un método para extraer aceite de palma crudo del licor de prensa para reducir la descarga de efluente que comprende las etapas de remover la fase sólida, la fase acuosa y la fase oleosa del licor de prensa. El método requiere la modificación del equipo de molienda de aceite de palma y procesos existentes, ya que el método utiliza licor de prensa como sustrato de partida.

En vista de lo anterior, es por lo tanto deseable proporcionar un método para tratar el EMAP a fin de reducir o remover efectivamente la descarga de efluente, recuperando la fase sólida, fase acuosa y fase oleosa del EMAP de modo que cada fase pueda ser reciclada para otros usos.

25 Además, existe la necesidad de proporcionar un método para tratar el EMAP, que pueda ser incorporado en la operación existente de extracción de aceite de palma. El método está configurado para ser añadido después del último proceso en la recuperación normal del aceite, de manera que las operaciones actuales utilizadas en

el molino de aceite de palma no se vean afectadas en términos de calidad del aceite recuperado y pérdida de aceite por la incorporación del método de tratamiento del EMAP.

Compendio de la invención

5 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para tratar el efluente producido a partir del proceso de molienda del aceite de palma.

Es también un objetivo de la presente invención proporcionar un método para remover la descarga de efluente del proceso de molienda del aceite de palma, tratando el EMAP y recuperando las fases sólida, acuosa y oleosa del EMAP.

10 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método para extraer el aceite de palma crudo del EMAP.

Es también un objetivo de la presente invención proporcionar un método de tratamiento del EMAP que pueda ser incorporado en el proceso de extracción de aceite de palma existente sin cambiar dicho proceso.

15 La presente invención se relaciona con un método para tratar el efluente producido a partir del proceso de molienda del aceite de palma, que comprende recuperar sólidos, agua y aceite de palma crudo del efluente para producir un lodo residual, en donde la recuperación de sólidos, agua y aceite de palma crudo se llevan a cabo en orden secuencial: los sólidos primero, el agua a continuación y finalmente
20 el aceite de palma crudo, y cada uno de los sólidos, agua, aceite de palma crudo recuperados y el lodo residual final se reciclan o se convierten en productos utilizables.

En un aspecto de la invención, la separación de la fase acuosa comprende la evaporación de efecto múltiple utilizando múltiples unidades de evaporación a diferentes presiones o vacíos para conseguir un uso eficiente de la energía. La fase
25 acuosa eliminada se puede utilizar en calderos o en el procesamiento de molino del aceite de palma para conseguir un ahorro en el costo del tratamiento del agua cruda.

En un aspecto de la invención, la secuencia de las unidades de evaporación en un sistema de evaporación de efecto múltiple se cambia después de un tiempo predeterminado o al detectar un valor predeterminado de viscosidad, contenido de humedad, contenido de sólidos o contenido de aceite del efluente, para reducir las incrustaciones en los evaporadores.

En un aspecto de la invención, la separación de la fase oleosa del efluente comprende la separación mecánica de la fase oleosa del lodo residual por sedimentación en un tanque intermedio y centrifugación. El aceite recuperado del EMAP puede aportar ingresos a las plantas de molienda de aceite de palma.

Breve descripción de la invención

La Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para tratar el efluente del proceso de molienda de aceite de palma según la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de remoción de agua en el tratamiento del efluente del proceso de molienda de aceite de palma según la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La presente invención se describirá ahora con más detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que se muestran las realizaciones preferidas de la invención. Sin embargo, esta invención se puede incorporar en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan de manera que esta descripción sea completa, y transmita plenamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

Con respecto a la Figura 1, la presente invención se refiere a un método para tratar el efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma. La Figura 1 muestra que el proceso comprende tres etapas principales de remoción de

sólidos (20), remoción de agua (30) y extracción de aceite (40) del efluente para producir un lodo residual. Las tres etapas principales del método están estrechamente integradas y diseñadas para trabajar en este orden secuencial particular de remoción de sólidos, agua y aceite. Las tres etapas principales están interrelacionadas en el sentido de que cada etapa permite que el paso siguiente tenga un más alto rendimiento en una condición económicamente factible. El lodo residual se produce después de la extracción de aceite (40), y se somete a una etapa de reciclado, secado o combinación de los mismos (50). Los sólidos removidos del efluente se convierten en productos secos, mientras que el agua removida del efluente se reutiliza en el proceso de molienda del aceite de palma. El aceite extraído del efluente es aceite de palma crudo, con una calidad de aceite similar al recuperado en el proceso de molienda de aceite, y se puede procesar adicionalmente para obtener productos de aceite de palma.

En una realización preferida, el efluente que se trata en la presente invención es el efluente del molino de aceite de palma (EMAP). El EMAP es el agua residual producida a partir del procesamiento de racimos de frutos frescos (RFF). El EMAP comprende el lodo luego de la clarificación o el proceso de recuperación del aceite del condensado del esterilizador, el líquido prensado de los frutos pequeños y el licor del racimo de frutos de palma vacíos (RFV) prensado. El EMAP suele ser una lechada de agua coloidal, espesa, de color marrón, que tiene una alta demanda bioquímica de oxígeno y altos niveles de sólidos suspendidos y disueltos. La relación promedio normal entre sólidos suspendidos y disueltos es entre 1: 1 y 1: 2; la proporción real varía de molino a molino debido a factores tales como suelo, clon, manipulación y proceso de molienda.

La Figura 2 ilustra la remoción de agua (30) en el tratamiento del EMAP usando unidades de evaporación (31) de acuerdo con la presente invención. En una realización preferida, se puede emplear una pluralidad de evaporadores de efecto múltiple, utilizando cualquier combinación de -pero sin limitarse a- diseño común de evaporador, tal como evaporador de película descendente, evaporador de circulación forzada, evaporador de circulación natural, evaporador con bandejas por lotes, evaporador de película renovada, evaporador de película ascendente, evaporador de

tipo de placas, evaporador tubular de película descendente y evaporador tubular de película ascendente / descendente. Todos estos evaporadores se pueden disponer como configuración de alimentación hacia adelante o hacia atrás.

5 La evaporación de efecto múltiple utiliza el vapor producido en una unidad de evaporación para proporcionar el calor para evaporar el producto en una segunda unidad de evaporación, en donde la segunda unidad de evaporación se mantiene a una presión más baja. En un evaporador de dos efectos, es posible evaporar aproximadamente 2 kg de vapor del producto por cada kg de suministro de vapor. A medida que aumenta el número de efectos, se incrementa la eficiencia del costo de
10 proporcionar vapor al proceso de evaporación.

La evaporación en la presente invención se puede incorporar con el uso de la recompresión térmica de vapor (RTV) y la recompresión mecánica de vapor (RMV), para mejorar la economía de la evaporación.

15 El agua evaporada o removida por evaporación será agua limpia y clara que se puede reciclar ya sea al proceso del molino o a un caldero en el proceso de molienda del aceite de palma. La especificación del agua es como sigue: PH de 5-6, TS ~ 150ppm, DBO ~ 20ppm. La evaporación se lleva a cabo para remover al menos el 50% de la humedad, y más preferiblemente, la evaporación debe remover entre 60-75% de la humedad. Teóricamente, dependiendo del porcentaje de sólidos suspendidos y
20 disueltos en el sólido de entrada, es posible remover más del 85% de humedad por el método de evaporación.

En una realización de la presente invención, la secuencia de las unidades de evaporación se cambia después de un tiempo predeterminado con el fin de reducir los problemas de incrustaciones en los tubos de las unidades de evaporación, o tras la
25 detección de un valor predeterminado de viscosidad, contenido de humedad, contenido de sólidos o contenido de aceite del efluente en las unidades de evaporación. La medición de la viscosidad, humedad, sólidos o contenido de aceite puede tomarse en un cierto intervalo para determinar si es necesario un cambio de la

secuencia. El contenido de humedad, sólidos o aceite puede medirse mediante una prueba de centrifugación de 3-5 minutos de una muestra tomada del efluente.

Las incrustaciones en las unidades de evaporación se desarrollan normalmente en los últimos efectos donde el líquido es espeso y viscoso. Por lo tanto, en esta invención, el diseño del evaporador permite cambiar la secuencia de las unidades de evaporación, haciendo uso del efluente de alimentación que fluye fácilmente para limpiar el tubo del evaporador sin tiempo de inactividad. Aparte de la diferencia de temperatura y presión que requiere un tiempo corto de varios minutos para el ajuste dependiendo del tamaño del equipo, el evaporador todavía funciona y evapora el agua como es normal, sólo la secuencia del efecto ha cambiado. De esta manera, la capacidad de cambio de secuencia de las unidades de evaporación es ventajosa sobre los evaporadores de efecto múltiple convencionales donde los conductos que conectan las múltiples unidades de evaporación están fijados permanentemente sin ninguna válvula debido al gran tamaño de las unidades de evaporación.

En una realización preferida, la secuencia de las unidades de evaporación se cambia controlando el flujo del efluente, vapor y condensado en los conductos que interconectan los evaporadores. En una realización más específica, para permitir el cambio de la secuencia de las unidades de evaporación en un evaporador de efecto múltiple, se cambian todas las entradas y salidas de la unidad de evaporación. La entrada incluye (a) el efluente líquido a ser evaporado para remover parte del agua y (b) el vapor que suministra el calor para el propósito de evaporación; y la salida incluye (c) el líquido residual después de que una parte del agua ha sido removida, (d) el agua condensada del vapor suministrado para calentar el líquido de entrada, y (e) el agua que ha sido evaporada, en forma de vapor.

En una realización de la presente invención, el flujo de efluente, vapor y condensado en los conductos es controlado por al menos una válvula acoplada a los conductos. Para las porciones líquidas de la entrada y la salida, el cambio de la secuencia de las unidades de evaporación se puede lograr con el uso de una válvula normal, usualmente de tamaño de 5-30 cm (2-12 pulgadas) para controlar la

alimentación. Sin embargo, para controlar la porción de vapor de la entrada y la salida, el uso de la válvula para cambiar la secuencia sería muy costoso, ya que los tamaños de conducto normales tienen un diámetro de más de 0.6 m (2 pies).

En una realización preferida, las unidades de evaporación están provistas de diámetros más pequeños de aproximadamente 1 m. Con los diámetros más pequeños de la unidad de evaporación, los tamaños de los conductos se pueden reducir a entre 25 - 41 cm (10-16 pulgadas). Junto con el uso de cabezales comunes para conectar aquellas unidades de evaporación cuya secuencia necesita ser cambiada, resulta viable cambiar la secuencia y al mismo tiempo minimizar el número actual de válvulas y conductos de interconexión requeridos.

Por ejemplo, la unidad de evaporación de último efecto llega a ser unidad de evaporación de primero o segundo efecto después de un cierto tiempo de operación. Idealmente, si todas las unidades de evaporación se rotan después de un cierto tiempo, entonces todas las unidades de evaporación serán limpiadas por el efluente de alimentación. En la práctica, no todas las unidades de evaporación necesitan ser modificadas ya que el propósito de cambiar la secuencia de la unidad de evaporación es reducir el problema de incrustaciones que ocurre principalmente en los últimos efectos. Por lo tanto, permitir que las unidades de evaporación de último o penúltimo efecto sea cambiadas con las unidades de evaporación de primero o segundo efecto, sería suficiente.

Para simplificar el diseño de conductos donde hay cambio de secuencia, se pueden utilizar cabezales comunes acoplados con válvulas para conectar las entradas y salidas comunes de las unidades de evaporación.

En una realización preferida, las unidades de evaporación se reúnen en una pluralidad de grupos, comprendiendo cada uno al menos dos unidades de evaporación adyacentes entre sí en secuencia, y la secuencia de las unidades de evaporación se cambia conmutando entre los grupos de las unidades de evaporación.

Por ejemplo, el cambio de la primera y segunda unidades de evaporación con la penúltima y última unidades de evaporación simplifica la disposición de las unidades de evaporación y la hace más rentable.

5 En otro ejemplo, para un evaporador de 3 efectos, simplemente el intercambio de las unidades de evaporación de primero y tercer efecto sería suficiente. Para un evaporador de 5 efectos, el simple cambio de las unidades de evaporación de cuarto y quinto efecto en su conjunto, para reemplazar las unidades de evaporación de primero y segundo efecto simplificaría enormemente el diseño y la construcción.

10 La unidad de evaporación descrita en el presente documento debe interpretarse como un dispositivo evaporador, cuerpo del evaporador o una partición en un evaporador en la cual un efecto único de evaporación se lleva a cabo en un sistema de evaporación de efecto múltiple. Las unidades de evaporación pueden ser proporcionadas en configuración paralela como se expone en los siguientes ejemplos.

15 También es posible construir el evaporador con múltiples unidades de evaporación de primero o segundo efectos operando en paralelo, pero algunos de estos primero o segundo efectos se pueden hacer operar como último y / o penúltimo efectos, mientras el último y / o penúltimo efectos funcionan como primero o segundo efectos en esas oportunidades.

20 Por ejemplo, para un evaporador de 3 efectos, es posible tener 2 o más unidades de evaporación de primer efecto, y uno o más de estos primeros efectos pueden cambiar la secuencia con el último efecto. Para un evaporador de 5 efectos, es posible tener 2 o más unidades de evaporación de primer efecto y puede haber también 2 o más unidades de segundo efecto. En este caso, el simple cambio de las unidades de cuarto o quinto efecto con las unidades de primer efecto sería suficiente.

25 También es posible conseguir un resultado similar de reducción de las incrustaciones dividiendo un evaporador en múltiples unidades de evaporación para que la evaporación de efecto múltiple se pueda llevar a cabo dentro del mismo

evaporador, y cambiar la secuencia de las unidades del evaporador como se describió anteriormente.

5 Aunque la presente invención ha sido descrita en una realización específica como en la descripción anterior, se entiende que la descripción anterior no limita la invención a los detalles antes dados. Será evidente para los expertos en la técnica que varios cambios y modificaciones pueden hacerse en la misma sin apartarse del principio de la invención o del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

RESUMEN

UN MÉTODO PARA REMOVER EL AGUA DEL EFLUENTE PRODUCIDO A PARTIR DE UN PROCESO DE MOLIENDA DE ACEITE DE PALMA

La presente invención se refiere a un método para remover el agua del efluente
5 producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma, que comprende
realizar evaporación de efecto múltiple en el efluente, caracterizado por que el método
comprende además cambiar la secuencia de las unidades de evaporación para llevar
a cabo la evaporación de efecto múltiple.

Figura 2

REIVINDICACIONES

1. Un método para remover el agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma, que comprende:
 - realizar evaporación de efecto múltiple en el efluente;caracterizado por que el método comprende además cambiar la secuencia de las unidades de evaporación para llevar a cabo la evaporación de efecto múltiple.
2. Un método para remover el agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la secuencia de las unidades de evaporación se cambia dependiendo del tiempo, viscosidad, contenido de humedad, contenido de sólidos, o contenido de aceites del efluente en las unidades de evaporación.
3. Un método para remover el agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde la secuencia de las unidades de evaporación se cambia mediante el control del flujo de efluente, vapor y condensado en los conductos que interconectan las unidades de evaporación.
4. Un método para remover el agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el flujo de efluente, vapor, condensado en los conductos se controla mediante válvulas acopladas a los conductos.
5. Un método para remover agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en donde los conductos que interconectan las unidades de evaporación se incorporan con un cabezal común para formar una entrada común o una salida común para que las unidades de evaporación permitan el cambio de la secuencia de las unidades de evaporación.
6. Un método para remover agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con cualquiera de las

reivindicaciones 1 a 5, en donde el cambio de la secuencia de las unidades de evaporación comprende conmutar una primera unidad de evaporación en secuencia con una última unidad de evaporación o una penúltima unidad de evaporación en secuencia.

7. Un método para remover agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el cambio de la secuencia de las unidades de evaporación comprende conmutar una segunda unidad de evaporación en secuencia con una última unidad de evaporación o una penúltima unidad de evaporación en secuencia.
8. Un método para remover el agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las unidades de evaporación se reúnen en grupos, y el cambio de secuencia de las unidades de evaporación comprende conmutar entre los grupos de las unidades de evaporación.
9. Un método para remover el agua del efluente producido a partir de un proceso de molienda de aceite de palma de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el primer grupo de las unidades de evaporación en la secuencia se conmuta con el último grupo de las unidades de evaporación de la secuencia.

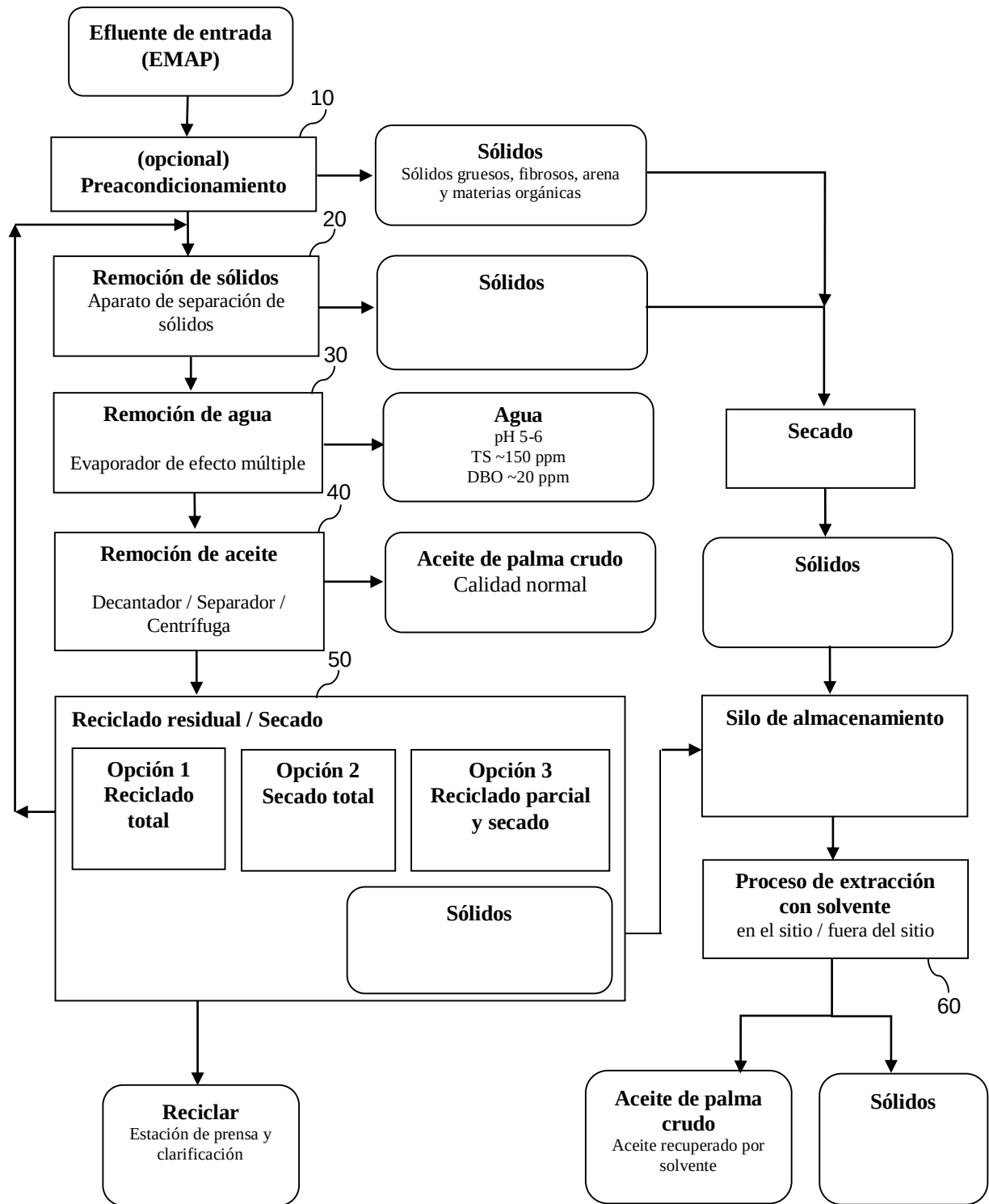


Figura 1

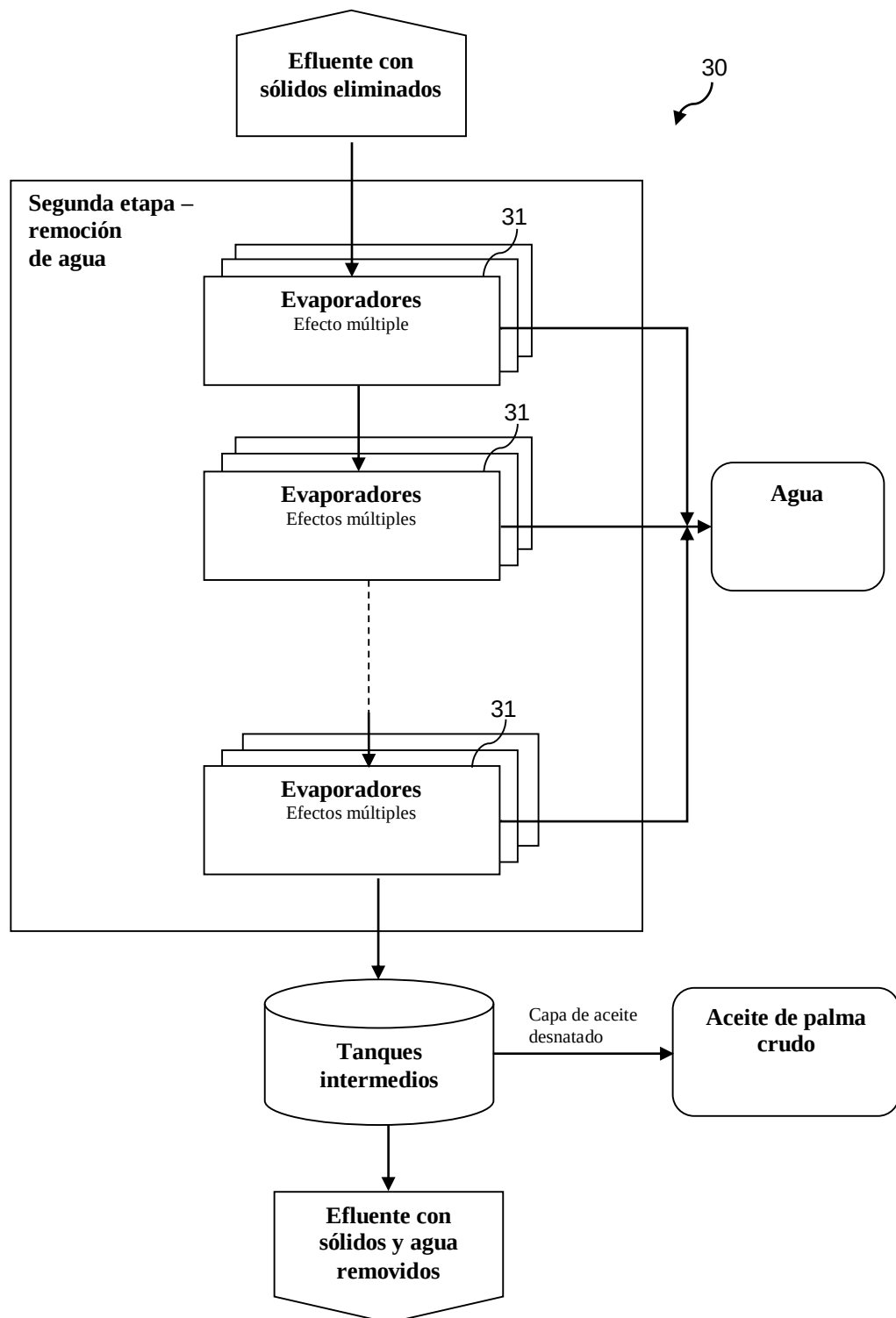


Figura 2