

Señora

Directora de la Dirección de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

E. S. D.

Re.:Expediente No. **NC2020/0012416**

Solicitud de Patente PCT entrada en Fase Nacional, para: **“PROCESO PARA PRODUCIR ACEITE DE PALMA CRUDO”**

Solicitante: **SIME DARBY PLANTATION INTELLECTUAL PROPERTY SDN. BHD.**

RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO

Yo, **MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO**, mayor de edad, identificada y domiciliada como aparece al pie de mi firma, obrando en mi calidad de apoderada de la sociedad solicitante del asunto citado en la referencia, en atención a su oficio No. **519** notificado el 17 de enero de 2023, me permito dar respuesta al mismo de la siguiente manera:

1. Modificación a las Reivindicaciones

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 34 de la Decisión 486 y en vista de las observaciones realizadas por el examinador, se presenta en esta oportunidad un nuevo pliego reivindicatorio conformado por siete (7) reivindicaciones, en donde se han realizado las siguientes modificaciones:

- Se modificó la reivindicación 1 a fin de:
 - o Especificar como enlace gramatical el término *“caracterizado porque”*.
 - o Recitar *“una composición de enzima se mezcla con el DCO (2) después de mezclarlo con el agua de dilución de la etapa b) para formar el aceite de palma crudo”*.
- Se incluyó el significado de cada sigla.
- Se incluyó entre paréntesis la equivalencia en Unidades del Sistema Internacional de los valores de presión divulgados.

En este sentido el pliego reivindicatorio ha sido modificado con el fin de aclarar la materia reivindicada y para responder a los requerimientos elevados por su Despacho.

2. Claridad y Concisión de las Reivindicaciones

De acuerdo con las modificaciones realizadas en el capítulo reivindicatorio, la presente invención es clara y concisa.

- El examinador alega que *“la reivindicación 1 tiene más de un enlace gramatical al referir “que comprende” y “caracterizado porque” lo cual no permite identificar con claridad el objeto que busca proteger y las características que lo definen se sugiere hacer las aclaraciones respectivas teniendo en cuenta de no modificar o ampliar la materia ya divulgada”*. En dicho respecto, se informa que se modificó la reivindicación 1 a fin de especificar como enlace gramatical el término *“caracterizado porque”*. Por lo tanto, se solicita el retiro de la objeción en cuestión.
- El examinador señala que *“[l]a reivindicación 1 no es claro en qué etapa del proceso se mezcla la composición de enzima con el aceite de palma crudo diluido (2) para formar el aceite de palma crudo, por lo cual la tasa de extracción de aceite del FFB se aumenta por más o igual a 0.4%, en un rango de entre 0.4% a 2.0%, pareciera que fuera una etapa aparte del proceso”* En respuesta a ello, se informa que se modificó la reivindicación 1 con el propósito de recitar que *“una composición de enzima se mezcla con el DCO (2) después de mezclarlo con el agua de dilución de la etapa b) para formar el aceite de palma crudo”*. De esta manera se da por subsanada la objeción en cuestión.

De este modo, la presente invención cumple con los requerimientos del artículo 30 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

3. Descripción

En cuanto a la objeción del examinador respecto a la descripción, se informa que se presenta una nueva descripción en la cual se incluyó entre paréntesis la equivalencia en Unidades del Sistema Internacional de los valores de presión divulgados. De esta forma, se da por subsanada la objeción en cuestión.

4. Nivel Inventivo

El examinador ha determinado el arte previo con base en la fecha de la presentación de la solicitud de la cual se invoca prioridad, siendo ésta 25 de abril de 2018.

En esta oportunidad se han citado los documentos WO20170150965 (D2) y WO2017182665A1 (D3), siendo considerado el documento D3 como el estado de la técnica más cercano a la invención.

Teniendo en cuenta el nuevo pliego reivindicatorio y los argumentos que se ponen de presente a continuación, es claro que la materia objeto de protección es inventiva frente a los documentos citados, tal como se muestra a continuación:

En primer lugar, el solicitante manifiesta que en D2 no se mencionan las enzimas, por lo que las 7 reivindicaciones de la presente solicitud frente a D2 no tienen ninguna similitud. Es así como el solicitante ha comparado la presente solicitud únicamente con D3.

Similitudes técnicas entre la presente solicitud y D3

- i. En ambos casos se trata de esterilizar y trillar los frutos de palma para producir un digestor que pasa masa (MPD).
- ii. Ambos procesos implican el prensado del MPD para producir aceite de palma crudo.
- iii. En ambos procesos se mezcla el aceite de palma crudo con agua de dilución para producir aceite de palma crudo diluido.
- iv. Ambos procesos implican el uso de una composición enzimática para aumentar la tasa de extracción de aceite de las corrientes de transformación del aceite de palma.

Diferencias técnicas entre la presente solicitud y D3

- i. En la presente solicitud, el proceso implica mezclar la composición de enzima con el aceite de palma crudo diluido, mientras que D3 **no** especifica cuándo se añade la composición de enzima.
- ii. La presente solicitud implica el uso de la composición de enzima para reducir el contenido de 3-monocloropropanediol (3-MCPD) del aceite de palma refinado, mientras que D3 **no** menciona el contenido de 3-MCPD.
- iii. La presente solicitud especifica los tipos de enzimas que pueden utilizarse (celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasas, β -xilosidasas, endoglucanasa, exoglucanasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa, proteasas, papaína o cualquier combinación de las mismas), mientras que D3 **no** limita la composición de enzima a un grupo concreto.
- iv. Las condiciones de procesamiento, como la temperatura, la dosificación y el

tiempo de retención, también difieren o se incluyen en el intervalo de cada una.

- v. La presente solicitud especifica el intervalo de caudal para la dilución de la composición de enzima con agua (de 1 litro/hora a 1.000 litros/hora), mientras que D3 **no** especifica el intervalo de caudal.

	Presente Solicitud	D3
Esterilizador	General (incluye todos las horizontales, verticales, esféricos, oblicuos, inclinados, continuos)	Únicamente Esterilizador Continuo
Pre-cocedor	No hay pre-cocedor	Disponible
Punto de adición de enzimas	Aceite de palma crudo diluido (DCO)	Fruto de palma, MPD, puré de fruta, aceite crudo (UDCO/DCO)
Tipos de enzimas	celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasa, β -xilosidasa endoglucanasa, exoglucosa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa, proteasas, papaína o cualquier combinación de las mismas	celulasa, hemicelulasa, pectinasa, amilassa
Dosificación de enzimas	50 – 1500 ppm a DCO	100 - 1000
Temperatura del proceso	40 – 95 °C	55 - 90
Dilución de la enzima	1litro/hora a 1000litros/hora	N/A
Tiempo de retención	1 minuto a 8 horas	5 a 60 minutos
Recuperación de aceite – procesamiento real del aceite de palma	Disponible: hasta aceite de palma refinado	N/A – puede ser cualquiera (convencional, extracción con disolventes, ultrasonidos, SCFE)
Mejora de la tasa de extracción de aceite	0,4 a 2,0%	N/A

Reducción de 3 MCPD	Reducción de 10% de 3-MCPDE debido al tratamiento de enzima	NA
----------------------------	---	----

Ventajas:

- A. La presente solicitud reivindica un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de racimos de fruta fresca (FFB) que incluye la etapa de mezclar una composición de enzima con aceite de palma crudo diluido (DCO) para aumentar la tasa de extracción de aceite del FFB en más o igual a 0,4%, en un rango de entre 0,4% a 2,0%. *(en referencia a la reivindicación 1)*

La presente solicitud implica el uso de la composición de enzima para disminuir el contenido de 3-monocloropropanediol (3-MCPD) del aceite de palma refinado, mientras que el documento D3 no menciona el contenido de 3-MCPD. *(en referencia a la reivindicación 7)*

Por lo tanto, la PRESENTE SOLICITUD demuestra una ventaja técnica sobre D3 al proporcionar un proceso que puede aumentar claramente la tasa de extracción de aceite del FFB con mejor calidad, lo que a su vez puede conducir a una mayor eficiencia y rentabilidad en la producción de aceite de palma crudo.

- B. La presente solicitud implica la dosificación de enzimas para el proceso convencional de producción de aceite de palma a partir de FFB utilizando cualquier esterilizador, comúnmente esterilizador horizontal, 80% y superior en la mayoría de las plantas extractoras de aceite de palma.

La ventaja técnica de la presente solicitud es que proporciona una composición de enzima que puede añadirse al proceso convencional de producción de aceite de palma sin necesidad de equipos adicionales o modificaciones, ni de añadir un pre-cocedor. No todas las plantas extractoras de aceite de palma disponen de pre-cocedor. El resultado es una solución rentable y sencilla para aumentar la tasa de extracción de aceite de los racimos de fruta fresca (FFB) sin necesidad de introducir cambios significativos en los procesos existentes. Este enfoque es ventajoso porque no requiere la instalación de equipos adicionales, que pueden ser costosos y requerir mucho tiempo. *(en referencia a la reivindicación 1)*

- C. Identificar la composición de enzima adecuada para obtener tasas óptimas de extracción de aceite puede resultar complicado. La presente solicitud proporciona una lista de enzimas específicas que pueden utilizarse individualmente o en combinación para aumentar las tasas de extracción de aceite a partir de DCO. La amplia gama de composición y tipo de enzimas

reduciría potencialmente el coste debido a la disponibilidad de la composición de enzima, la eficacia del proceso de extracción y la demanda. *(en referencia a la reivindicación 2)*

- D. El flujo del proceso DCO se opera a una temperatura de 90 a 95 °C en cualquier planta extractora de aceite de palma para un proceso óptimo de clarificación en el clarificador, y el uso del decantador para la separación de lodos. La presente solicitud ha puesto claramente de manifiesto el proceso común de recuperación de aceite para producir aceite de palma crudo, y muestra una clara adaptación a los procesos existentes. La adición de enzimas al proceso de extracción de aceite de palma puede ser sensible a la temperatura, requiriendo un rango de temperatura específico para una actividad enzimática y tasas de extracción de aceite óptimas. La presente invención especifica un intervalo de temperaturas de entre 40°C y 95°C para la adición de la composición de enzima al aceite de palma crudo diluido. Este rango incluye la temperatura de procesado existente sin necesidad de bajar la temperatura del DCO.
- E. El caudal para la adición de enzimas puede influir en la distribución de las enzimas en el aceite de palma crudo diluido y afectar la velocidad de extracción del aceite. La presente solicitud especifica un caudal de entre 1 litro/hora y 1.000 litros/hora para la dilución de la composición de enzima con agua a una temperatura de entre 40°C y 95°C con una retención de entre 1 minuto y 8 horas. El proceso de clarificación habitual en una planta extractora de aceite de palma oscila entre 4 y 8 horas, dependiendo del rendimiento, el número de tanques clarificadores y el tamaño de los mismos. La presente solicitud ha explorado claramente el intervalo real de funcionamiento que afectaría a la reacción enzimática en comparación con D3, en el que el tiempo máximo de reacción es de 60 minutos solamente. *(en referencia a las reivindicaciones 3,5,6)*
- F. En general, la ventaja técnica de la presente solicitud es que proporciona una composición de enzima que puede añadirse al procesamiento convencional del aceite de palma sin necesidad de equipos o modificaciones adicionales. Este enfoque es ventajoso en términos de su simplicidad y rentabilidad y podría convertirlo en una opción atractiva para los productores de aceite de palma que buscan aumentar su rendimiento sin modificaciones significativas del proceso.
- G. Por el contrario, la solución divulgada en D3 incluye múltiples modificaciones del proceso, como la esterilización a un rango de temperatura más alto, el uso de un esterilizador continuo, el uso de un sistema presurizado, y el uso de un precocedor. Estas modificaciones pueden aumentar el costo de producción de aceite de palma y requieren una inversión significativa en nuevos equipos y maquinaria.

Con base en lo anterior, la presente solicitud no se obtiene fácilmente mediante una simple modificación realizada a las enseñanzas divulgadas en D3. Además que en D2 no se mencionan, divulgan o enseñan las enzimas, por lo que no es relevante para la presente solicitud.

Se puede observar que hay muchos efectos técnicos ventajosos y superiores, incluyendo muchas ventajas que se pueden ver y obtener de la presente solicitud que no se hace u obtiene simplemente observando el D3. Los inventores de la presente solicitud dedicaron horas y horas a explorar y experimentar para obtener la presente solicitud basándose en sus conocimientos y observaciones combinados.

Por lo tanto, el solicitante respetuosamente insiste en que la presente solicitud es inventiva con respecto al documento D3.

Considerando todo lo anterior, es claro entonces que la persona normalmente versada en la materia, de acuerdo con las enseñanzas de D2 y D3, no llegaría a la presente invención, tal como se reclama en las nuevas reivindicaciones 1 a 7 presentadas junto con este memorial. Por lo tanto, la invención cumple con los requerimientos del artículo 18 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

Solicito al Despacho que en este caso acepte el nuevo pliego reivindicatorio y los argumentos aquí presentados.

Dado que el capítulo reivindicatorio ha sido modificado, se anexa el comprobante de pago de tasa oficial correspondiente a dicha modificación. Adicionalmente, se anexa el comprobante de pago de tasa oficial correspondiente a nuevo examen de patentabilidad.

5. Conclusión

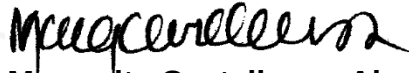
Teniendo en cuenta las modificaciones introducidas en esta oportunidad y los argumentos que se presentan, es posible establecer que las reivindicaciones cumplen con los requerimientos de la Decisión 486.

6. Anexos

- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por siete (7) reivindicaciones.
- Nueva descripción.
- Comprobante de pago en línea por concepto de modificación a las reivindicaciones.

- Comprobante de pago en línea por concepto de nuevo examen de patentabilidad.

Señora Directora,



Margarita Castellanos Abondano

C.C. No. **39.779.654** de Bogotá

T.P.A. No. **70.819** del C.S.J.

Calle 117 No. 5A-35 - Bogotá, D.C.

Teléfono: 7560770

Bogotá, D.C.
MCA/magn
P5478

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de racimos de frutas frescas (FFB), el proceso caracterizado porque comprende las etapas de:

- a) esterilizar y trillar frutos de palma para producir el digestor que pasa masa (MPD) a un rango de temperatura entre 90°C y 150°C a presión atmosférica;
- b) presionar el MPD para producir aceite de palma crudo sin diluir (UDCO) (1) a una temperatura entre 70°C y 100°C a una presión entre 3×10^6 Pa (30 bar) y 8×10^6 Pa (80 bar);
- c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir aceite de palma crudo diluido (DCO) (2) que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso por medio de centrifugación a una temperatura entre 70°C y 100°C a presión atmosférica;
- d) clarificar el (DCO) (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3); y
- e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3) por medio de un decantador o centrífuga, produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido;

en donde se caracteriza porque una composición de enzima se mezcla con el DCO (2) después de mezclarlo con el agua de dilución de la etapa b) para formar el aceite de palma crudo, por lo cual la tasa de extracción de aceite del FFB se aumenta por más o igual a 0,4%.

2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición de enzima se selecciona de un grupo que consiste en celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasas, β -xilosidasas, endoglucanasas, exoglucasa, β -glucosidasas, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasas, pectinasas, proteasas, papaína o cualquier combinación de estos.

3. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde la composición de enzima se mezcla en la forma de una solución acuosa

a una temperatura en el rango de entre 40°C y 95°C.

4. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la concentración de la composición de enzima está en un rango de 50 ppm a 1500 ppm en peso del aceite de palma crudo diluido (DCO) (2).

5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la tasa de flujo de dilución de la composición de enzima con agua en el rango de temperatura de entre 40°C y 95°C está en un rango de 1 litro/hora a 1000 litros/hora.

6. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el tiempo de retención para reacción de la composición de enzima con el aceite de palma crudo diluido (DCO) (2) es entre 1 minuto y 8 horas.

7. Un proceso para producir aceite de palma refinado, el proceso comprende las etapas de:

- a) esterilizar y trillar frutos de palma para producir el digestor que pasa masa (MPD);
- b) presionar el MPD para producir aceite de palma crudo sin diluir (UDCO) (1);
- c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir aceite de palma crudo diluido (DCO) (2) que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso;
- d) clarificar el aceite de palma crudo diluido (DCO) (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3);
- e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y clarificador de desborde (3) por medio de un decantador o centrífuga, produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido; y
- f) desgomar, blanquear y desodorizar el aceite de palma crudo para producir aceite de palma refinado, por lo cual el contenido de 3-monocloropropanediol (3-MCPD) del aceite de palma refinado muestra una

disminución de 10% o más;
caracterizado porque la composición de enzima se mezcla con el aceite de palma
crudo diluido (DCO) (2).

PROCESO PARA PRODUCIR ACEITE DE PALMA CRUDO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona generalmente con un proceso para producir
5 aceite de palma crudo. Más particularmente, con un proceso para producir aceite
de palma crudo con tasa de extracción de aceite aumentada de los racimos de fruta
fresca de palma de aceite.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 La palma de aceite (*Elaeis guineensis jacq.*) es un cultivo importante de
alimentos que se origina de África Occidental y fue introducido en Malasia por los
Británicos a comienzos de 1870 como una planta ornamental. La palma de aceite
tiene un rendimiento por hectárea que está entre 7 a 10 veces mayor al del aceite
de soya y de colza. El aceite de palma se ha convertido en el aceite vegetal más
15 importante en el mundo y la producción de aceite de palma ha aumentado por más
de 4 veces en los últimos 20 años. Se proyecta que en 2020, por lo menos 78
millones de toneladas de aceite de palma serán requeridos para cumplir con la
demanda global (Mielke, 2013).

La palma de aceite es importante debido a su alto rendimiento, que es el cultivo
20 de alimento con mayor rendimiento con un rendimiento promedio reciente de 3.67
toneladas por hectárea por año y con progenies conocidos por producir
aproximadamente 10 toneladas por hectárea por año. La palma de aceite también
es la planta más eficiente conocida por aprovechar la energía de la luz solar para
producir aceite. La palma de aceite es cultivada para aceite de palma (el cual es
25 producido en el mesocarpio) y aceite de semilla de palma (el cual es producido en
núcleo). La producción combinada actual de aceite de palma y aceite de semilla de
palma es aproximadamente 50 millones de toneladas por año, y se espera que la
demanda aumente sustancialmente en el futuro con la población global en aumento

y el consumo per cápita de aceites y grasas. El aceite de palma representa aproximadamente 33% del consumo global de principales aceites y grasas.

Un indicador de desempeño clave para la industria del aceite de palma es su tasa de extracción de aceite (OER) la cual es usada como una unidad de evaluación para medir el desempeño de una planta o plantación y está esencialmente influenciado por la cantidad de aceite realizado por cada hectárea de tierra bajo cultivo. Un mayor porcentaje en el OER significaría que se puede extraer más aceite de los frutos de la palma de aceite. El OER ha permanecido estancado por los últimos 20 años y ha sido una principal preocupación en Malasia, a pesar de tener una alta producción de aceite de palma. El Gobierno de Malasia tuvo varias iniciativas para ayudar a mejorar el OER nacional, incluyendo mejorar los molinos de aceite de palma existentes los cuales fueron establecidos en los años 1960, por lo cual, estos molinos aún están operando con un OER de menos de 18%. Los Proyectos de Punto de Entrada (EPP) también fueron establecidos por el Gobierno de Malasia con el objetivo de aumentar el OER del país a 23% en 2020 (el OER promedio en 2016 fue aproximadamente 20.18%). La Junta de Aceite de Palma de Malasia (MPOB) ha puesto más de 200 de sus oficiales en molinos seleccionados a lo largo del país para suministrar asesoría y servicios de ejecución sobre la calidad de racimos de frutas frescas (FFB) (*Kamalrudin, MS y Ramli Abdullah, 2014*). Por lo tanto, la industria del aceite de palma necesita urgentemente mejorar sus eficiencias de producción o están en riesgo de perder su posición en el mercado de aceite vegetal global competitivo. Las mejoras en el rendimiento también asegurarían el crecimiento sostenible de la industria de la palma de aceite.

En el proceso de molienda de aceite de palma, el proceso de extracción de aceite también ha permanecido el mismo sin cambios importantes por los últimos 20 años. Todas las iniciativas de mejoras hechas hasta ahora en el proceso de extracción de aceite se enfocan principalmente en el proceso de extracción mecánico, tal como usando mayor presión en la prensa de tornillo, adicionando

prensas de tornillo adicionales para racimos de frutos vacíos (EFB) y usando mayor tiempo de retención en el clarificador y decantadores con velocidad aumentada. Estas mejoras propuestas se traducen en mayor inversión de capital y costos de mantenimiento y así, no vale la pena seguir (a largo plazo) ya que las limitaciones del proceso de extracción que usa medios de extracción mecánica actualmente han alcanzado sus límites. En vista de esto, se requieren otros medios de mejoras o innovaciones con el fin de mejorar el proceso de extracción de aceite actual en los molinos de aceite de palma.

En un proceso de molienda de aceite de palma típico, varias operaciones están involucradas en la extracción de aceite de palma de FFB fresco, las cuales son esterilización, pelado, digestión y presión, clarificación, purificación, secado y almacenamiento. Los racimos de frutos recién cortados y los frutos sueltos desprendidos son transportados al molino de aceite de palma donde ellos son esterilizados para inactivar las enzimas lipolíticas, aflojar los frutos en el racimo, suavizar los frutos, acondicionar los núcleos, y hacer que la proteína se coagule. El proceso de esterilización utiliza flujo vivo de aproximadamente 3 bar (3×10^5 Pa) por un cierto periodo de tiempo. En el proceso de molienda convencional, los racimos y los frutos sueltos son cargados en cajas y son empujados en esterilizadores, por lo cual los racimos son cocinados en lotes. La cocción de los frutos ocurre usando vapor el cual se deja ingresar por medio de la abertura de las válvulas de entrada, lo cual puede ser controlado fácilmente por un programa automatizado. Una vez los frutos han sido cocinados en las cajas o jaulas, el vapor es extraído del esterilizador y las cajas con frutos son jaladas fuera del esterilizador. El esterilizador es usualmente un recipiente de presión con la parte inferior revestida con revestimientos de acero suave o acero inoxidable para reemplazo fácil por propósitos de desgaste y desgarros. El cuerpo del esterilizados es aislado de modo que se minimiza la pérdida de calor.

El pelado el fruto de los racimos esterilizados (trillado) es llevado a cabo en una jaula giratoria con barras que permiten que los frutos pasen a través de éstas, pero retiene los racimos vacíos. Los frutos sueltos son recolectados por un transportador por debajo de la jaula y los racimos vacíos emergen al final de la jaula.

5 El fruto separado luego es alimentado a un digestor, el cual es un recipiente cilíndrico enchaquetado con vapor mantenido de 90°C a 100°C mediante la inyección de vapor en vivo. Este se ajusta con brazos batidores que quiebran el fruto y liberan el aceite. Los contenidos del digestor luego son alimentados continuamente a una prensa de tornillo que produce una corriente de líquido que
10 consiste de aceite, finos y fase acuosa, y una torta de prensa que contiene el residuo de fibra del fruto y las semillas de palma. La corriente de líquido se pasa a un tanque de asentamiento por medio de una pantalla vibratoria que devuelve lo que retiene al digestor. El aceite recuperado del tanque de asentamiento primero que todo se pasa a través de un purificador para remover las impurezas del aceite y luego se
15 seca usando un secador de vacío. El lodo que se recolecta en el tanque de asentamiento se pasa a un decantador que separa este lodo en una fase de efluente pesado y una fase liviana acetosa que se devuelve al tanque de almacenamiento. Este proceso convencional se resume en la Figura 1.

El aceite de palma crudo se somete a varios procesos de refinación para
20 producir aceite de palma refinado. Dependiendo de su el aceite de palma refinado es producido por refinación química (alcalina) o por refinación física, estos pasos de refinación incluyen desgomado, neutralización, blanqueado y desodorización por encima de 200°C (refinación química) o desgomado, blanqueado y desodorización a 240-260°C (refinación física). Se han encontrado ésteres de 3-monocloropropano-
25 1,2-diol (3-MCPD) en todos los aceites vegetales refinados tales como margarina y aceites, y en alimentos que contienen grasa incluyen fórmulas de bebés. Los ésteres de 3-MCPD se forman a altas temperaturas durante la refinación de grasas y aceites comestibles, principalmente durante el paso de desodorización. Los

principales factores para la formación de ésteres de 3-MCPD son la presencia de iones de cloruro, glicerol, tri, di o monoacilglicéridos, así como la temperatura y el tiempo (*ILSI Serie de Reporte de Europa, 2009*).

Estudios han identificado ésteres de ácido graso de 3-MCPD en aceites refinados, tal como aceite de palma refinado, por lo cual los ésteres de ácido graso de 3-MCPD se consideran que se forman a altas temperaturas en la presencia de agua después de una reacción entre grasas y iones de cloruro. En la refinación de aceite de palma y fracciones de aceite de palma, se considera que los ésteres de ácido graso de 3-MCPD se forman predominantemente durante la desodorización (donde el aceite es calentado hasta más de 200°C), la última etapa en la refinación en donde las sustancias olorosas y de sabor desagradable son removidas. Los ésteres de 3-MCPD se forman durante la desodorización debido a una descomposición catalizada térmica de compuestos organoclorados que ocurren naturalmente en el aceite de palma en compuestos clorados reactivos tal es como cloruro de hidrógeno. Estos compuestos pueden reaccionar con acilgliceroles para producir diésteres de MCPD y también liberar los ácidos grasos libres de la molécula intacta de triglicérido (*Destailats, y otros, 2012*). Aparte de los ésteres de ácido graso de 3-MCPD, también se han identificado ésteres de ácido graso de 2-MCPD y ésteres de ácido graso de glicidilo en estos aceites de palma refinados.

La Solicitud de Patente Internacional Publicada No. WO 2017/150965 describe una solución tipo sal de silicato alcalino de sodio que comprende 6% en peso de silicio, 59% en peso de agua procesada y 35% en peso de soda cáustica para suministrar las propiedades de pH alto a la solución y la solución se somete a difusión por ultravioleta para permitir metales de transición de periodos 4, 5 y 6 de la tabla periódica y un proceso de molienda de aceite de palma para producir aceite de palma crudo usando dicha solución.

La Solicitud de Patente Internacional Publicada WO 2016/162510 se relaciona con un proceso para la extracción de aceite de palma crudo a partir de frutos de

palma que comprende poner en contacto los frutos de palma con una composición de enzima a una temperatura por encima de 65°C y extraer el aceite de palma crudo. La invención también se relaciona con un método para la extracción de aceite de palma crudo que comprende poner en contacto los frutos de palma con una
5 composición de enzima y con el uso de dichas composiciones enzimáticas para la extracción de aceite de palma crudo.

La Solicitud de Patente Internacional Publicada WO 2019/068850A1 describe un proceso para la extracción o separación de aceite de palma crudo (CPO), que comprende poner en contacto un sustrato que comprende aceite de palma con una
10 composición enzimática, extraer o separa el aceite de palma crudo (CPO) y en donde el contenido de agua del sustrato que comprende aceite de palma es mayor a 40% p/p.

La Solicitud de Patente Internacional Publicada describe un método para mejorar los rendimientos de aceite de palma para mezclar una composición
15 enzimática que comprende actividad de celulasa con un fruto de palma o una porción del mismo o un líquido de fruto de palma, en donde dicho fruto de palma o porción del mismo o líquido de fruto de palma cuando se mezcla comprende máximo 40% de contenido de agua p/p; incubar la mezcla por entre 0.5 y 8 horas (preferiblemente 4-8 horas) a una temperatura entre 50°C y 95°C; y separar el aceite
20 de otros componentes de la mezcla.

La Patente Europea No. 2716746 A1 describe un método para producir aceite de palma crudo a partir del cual se remueve cloro libre (el cual es una sustancia que crea la formación de ésteres de ácido graso de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD)) antes del proceso de refinado por medio del lavado con agua, tal como
25 agua ultrapura, agua destilada, y/o agua desionizada, la cual no contiene iones de cloro y la cual permite la supresión de la formación de ésteres de 3-MCPD. Este método produce aceite de palma crudo con contenido de cloro libre de 2 ppm o

menos y el aceite de palma refinado producido tiene un contenido de ésteres de ácido graso de 3-MCPD de 1 mg/kg o menos.

La Solicitud de Patente Internacional Publicada WO 2014/081279A1 describe el refinado de aceite de palma para producir aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado con nivel reducido de ésteres de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD), que comprende: (a) desgomar aceite de palma crudo con agua; (b) someter el aceite desgomado a centrifugación para separar el aceite de la humedad e impurezas; (c) desgomar el aceite separado con ácido; (d) lavar el aceite desgomado; (e) someter el aceite desgomado lavado a centrifugación para separar la fase acuosa que contiene los restantes precursores de ésteres de 3-MCPD del aceite; (f) blanquear el aceite separado con tierra de blanqueado activada y adsorbente de silicato; y (g) desodorizar el aceite blanqueado.

Aún existe una necesidad en el estado del arte por suministrar un proceso para abordar los anteriores problemas o por lo menos para suministrar una alternativa que resulte en la producción mejorada de aceite de palma crudo, aumentando el OER del FFB y la reducción del contenido de 3-MCPD en el aceite de palma refinado.

RESUMEN DE LA INVENCION

En consecuencia, la presente invención suministra un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de racimos de fruto fresco (FFB), el proceso comprende los pasos de esterilizar y trillar los frutos de palma para producir digestor que pasa masa (MPD), presionar el MPD para producir aceite de palma crudo sin diluir (UDCO), mezclar el UDCO con agua de dilución para producir aceite de palma crudo diluido (DCO) que contiene una fase acuosa entre 5% en peso a 70% en peso y una fase de aceite entre 30% en peso a 95% en peso, clarificar el DCO en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde y recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde, producir un sólido de

decantador y lodo diluido, en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, un tanque de lodo de salida, el sólido de decantador con una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos para formar el aceite de palma crudo y
5 además, mezclar por lo menos una composición enzimática al MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos.

Además, la presente invención también suministra un proceso para producir
10 aceite de palma crudo a partir de FFB, el proceso incluye los pasos de esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD, presionar el MPD para producir UDCO, mezclar el UDCO con agua de dilución para producir DCO que contiene una fase acuosa entre 5% en peso a 70% en peso y una fase de aceite entre 30% en peso a 95% en peso, clarificar el DCO en un aceite de palma crudo, mesocarpio y
15 clarificador de desborde y recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde, producir sólido de decantador y lodo diluido en donde por lo menos una composición enzimática es mezclada con el MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, un tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos
20 para formar el aceite de palma crudo y además mezclar por lo menos una composición de silicato al MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos.

También se suministra un proceso para producir aceite de palma crudo a partir
25 de FFB, el proceso comprende los pasos de esterilizar y trillar los frutos de palma para producir MPD, presionar el MPD para producir UDCO, mezclar el UDCO con agua de dilución para producir DCO que contiene una fase acuosa entre 5% en peso a 70% en peso y una fase de aceite de entre 30% en peso y 95% en peso,

clarificar el DCO en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde y recuperar aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde, producir sólido de decantador y lodo diluido, en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos para formar el aceite de palma crudo, y en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es entre 250 ppm a 10000 ppm en peso del MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos.

También, la presente invención suministra un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de FFB, el proceso incluye los pasos de esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD, presionar el MPD para producir UDCO, mezclar el UDCO con agua de dilución para producir DCO que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso, clarificar el DCO en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde y recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y clarificador de desborde, producir sólido de decantador y lodo diluido, en donde por lo menos una composición enzimática se mezcla con el MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos para formar el aceite de palma crudo y en donde por lo menos una composición enzimática se selecciona de celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasa, endoglucanasa de β -xilosidasa, exoglucasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidas, pectinasa, proteasas, papaína o cualquier combinación de éstos.

Además de esto, la presente invención también suministra un uso de por lo menos una composición de silicato y por lo menos una composición enzimática para

mejorar la recuperación de aceite de MPD, UDCO, DCO, clarificador de desborde, tanque de lodo de salida, sólido de decantador, una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato y la por lo menos una composición enzimática con el MPD, el UDCO, el DCO, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

Luego, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para mejorar la recuperación de aceite de MPD, UDCO, DCO, clarificador de desborde, tanque de lodo de salida, sólido de decantador, una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato con el MPD, el UDCO, el DCO, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

Además, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD, UDCO, DCO, clarificador de desborde, tanque de lodo de salida, sólido de decantador, una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el MPD, el UDCO, el DCO, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

La presente invención también suministra un proceso para producir aceite de palma refinado, el proceso comprende los pasos de esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD, presionar el MPD para producir UDCO, mezclar el UDCO con agua de dilución para producir DCO que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso, clarificar el DCO

en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde, recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde, producir sólido de decantador y lodo diluido y desgomar, blanquear y desodorizar el aceite de palma crudo para producir aceite de palma refinado, por lo cual el contenido de 3-monocloropropanediol (3.MCPD) del aceite de palma refinado muestra una
5 disminución de por lo menos 10%, en donde por lo menos una composición de silicato y por lo menos una composición enzimática se mezcla al MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de
10 éstos.

Luego, la presente invención además suministra un proceso para producir aceite de palma refinado, que comprende los pasos de esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD, presionar el MPD para producir UDCO, mezclar UDCO con agua de dilución para producir DCO que contiene fase acuosa entre 5% en peso
15 y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso, clarificar el DCO en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde, recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde, producir sólido de decantador y lodo diluido y desgomar, blanquear y desodorizar el aceite de palma crudo para producir aceite de palma refinado, por lo cual el contenido de 3-MCPD
20 del aceite de palma refinado muestra una disminución de por lo menos 10%, en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de
éstos.

Además, la presente invención suministra un proceso para producir aceite de
25 palma refinado, el proceso comprende los pasos de esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD, presionar el MPD para producir UDCO, mezclar el UDCO con agua de dilución para producir DCO que contiene fase acuosa entre 5% en peso

y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso, clarificar el DCO en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde, recuperar aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde, recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde, producir sólido de decantador y lodo diluido y desgomar, blanquear y desodorizar el aceite de palma crudo para producir aceite de palma refinado, por lo cual el contenido de 3-MCPD del aceite de palma refinado muestra una disminución de por lo menos 10%, en donde por lo menos una composición enzimática se mezcla con el MPD, el UDCO, el DCO, el mesocarpio, el clarificador de desborde, el tanque de lodo de salida, el sólido de decantador, la pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos.

La presente invención también suministra un uso de por lo menos una composición de silicato y por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato y por lo menos una composición enzimática con un MPD, UDCO, DCO, clarificador de desborde, tanque de lodo de salida, sólido de decantador, una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

Además, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato con un MPD, UDCO, DCO, clarificador de desborde, tanque de lodo de salida, sólido de decantador, una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, seguido por desgomado, blanqueado y desodorizado del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

Luego, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma

refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con un MPD, UDCO, DCO, clarificador de desborde, tanque de lodo de salida, sólido de decantador, una pluralidad de corrientes de lodo o cualquier combinación de éstos, seguido por desgomado, blanqueado y desodorización de aceite de palma para
5 obtener el aceite de palma refinado.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra un proceso de molienda convencional de aceite de palma.

La Figura 2 ilustra el proceso de molienda de aceite de palma con composición
10 de silicato y/o enzima que es mezclada con la masa que pasa el digestor.

La Figura 3 ilustra el proceso de molienda de aceite de palma con composición de silicato que es mezclada en el aceite de palma crudo (1), aceite de palma crudo diluido (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), y pluralidad de corrientes de lodo (6).

15 La Figura 4 el proceso de molienda de aceite de palma con composición de enzima que es mezclada en el aceite de palma crudo (1), aceite de palma crudo diluido (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), y pluralidad de corrientes de lodo (6).

La Figura 5 ilustra el proceso de molienda de aceite de palma con composición
20 de silicato y composición de enzima que son mezcladas en el aceite de palma crudo (1), aceite de palma crudo diluido (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), y pluralidad de corrientes de lodo (6).

La Figura 6 muestra los resultados del efecto de la tasa de dilución en la recuperación de aceite con y sin el uso de composición de silicato.

25 La Figura 7 muestra los resultados sobre análisis de prueba T en la composición de aceite antes y después del tratamiento con composición de silicato.

La Figura 8 muestra el análisis estadístico en el contenido de aceite (%) a lodo antes y después de la aplicación del tratamiento de composición de silicato – para

control (0 ppm de silicato), 500 ppm de composición de silicato, 1000 ppm de composición de silicato, 2000 ppm de composición de silicato y 3000 ppm de composición de silicato.

La Figura 9 muestra los resultados en análisis en el contenido de aceite en lodo (%) antes y después del tratamiento con composición de silicato – para control (0 ppm de silicato), 500 ppm de composición de silicato, 1000 ppm de composición de silicato, 2000 ppm de composición de silicato y 3000 ppm de composición de silicato.

La Figura 10 muestra los resultados en análisis de recuperación de aceite (%) en lodo (%) con base después de tratamiento con composición de silicato – para control (0 ppm de silicato), 500 ppm de composición de silicato, 1000 ppm de composición de silicato, 2000 ppm de composición de silicato y 3000 ppm de composición de silicato.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

Aunque la presente invención se describe acá a modo de ejemplo usando figuras y modalidades ilustrativas, se debe entender que la descripción detallada no pretende limitar la invención a las modalidades de figura o figuras descritas y no pretende limitar la invención a la forma particular divulgada, sino que, por el contrario, la invención cubre todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de la presente invención.

La presente invención se describe acá por medio de varias modalidades con referencia a las figuras adjuntas en donde los números de referencia usados en las figuras adjuntas corresponden a las características a través de la descripción. Sin embargo, la presente invención puede ser configurada en varias formas diferentes y no se debe construir como limitada a la modalidad indicada acá. Por lo tanto, las modalidades son provistas de modo que esta divulgación será completa y mostrará completamente el alcance de la invención a los expertos en la materia. Los valores

y rangos numéricos y materiales provistos en la descripción detallada deben ser tratados como ejemplos únicamente y no pretenden limitar el alcance de las reivindicaciones de la presente invención.

La terminología y fraseología usada acá es únicamente usada para propósitos descriptivos y no pretende ser limitante en el alcance. Las palabras tales como “que incluye”, “que comprende”, “que tiene”, “que contiene” o “que involucra” y otras variaciones, pretenden ser amplias y cubrir la materia objeto como se describe, incluyendo equivalentes y materia objeto adicional no definida, tal como otros componentes o pasos.

El término “aceite” cuando es usado acá, abarca aceites que son líquidos, semisólidos o sólidos a 20°C. Típicamente, el aceite de palma crudo usado en el presente proceso contiene por lo menos 80% en peso de triglicéridos, más preferiblemente por lo menos 90% en peso de triglicéridos. Ejemplos de aceite de palma crudo que pueden ser refinados por el presente proceso incluyen aceite de palma crudo, fracción de aceite de palma crudo, aceite de semilla de palma crudo, fracción de aceite de semilla de palma crudo o cualquier combinación de éstos. Preferiblemente, el aceite de palma crudo es aceite de palma crudo o fracción de aceite de palma crudo.

La invención en un aspecto se relaciona con el aceite de palma crudo obtenido u obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención.

La invención en otro aspecto se relaciona con aceite de palma refinado obtenido u obtenible por los procesos de acuerdo con la presente invención.

“Tasa de extracción de aceite (OER” para esta presente invención se refiere a la medición del desempeño de un molino de aceite de palma (rentabilidad en una gran medida es influenciada por la cantidad de aceite obtenido por hectárea), y por lo tanto, está en referencia a la tasa de extracción de aceite de racimos de fruto fresco (FFB). Para los propósitos de esta presente invención OER se calcula al multiplicar la tasa de recuperación de aceite (ORR) con la relación de aceite de

palma crudo diluido (DCO) a FFB y la gravedad específica del aceite de palma crudo. ORR es el número obtenido de la lectura del medido de tanque de aceite puro dividido por la lectura del medidor de flujo de DCO. ORR en pruebas a pequeña escala es calculado al dividir la capa de aceite en pruebas de giro (método para
5 medir la composición de DCO usando centrífuga) a las muestras probadas. Hay varios factores que afectan la medición de OER en molinos de aceite de palma, tal como peso de cultivo y peso de la jaula, sin embargo, en general el OER se define como el porcentaje de aceite recuperado del FFB de palma de aceite en los molinos de aceite de palma.

10 La presente invención se relaciona generalmente con un proceso para producir aceite de palma crudo el cual resulta en OER aumentado del FFB de palma de aceite por al menos 0.4% y/o en donde el contenido de 3-monocloropropanediol (3-MCPD) del aceite de palma refinado muestra una disminución de por lo menos 10%.

Como se mencionó anteriormente, el proceso de extracción de aceite actual
15 requiere mejoras adicionales, moviéndose lejos de las mejoras convencionales que se enfocan en el proceso de extracción mecánico lo que esencialmente se traduce en mayor inversión de capital y mantenimiento a la larga, lo que no valdría la pena para la industria con el fin de mejorar el proceso de extracción de aceite actual en los molinos de aceite de palma. Así, con referencia a las Figuras 2, 3, 4 y 5, se
20 propone un proceso usando una composición de silicato y/o composición de enzima para este propósito.

En un proceso de molienda de aceite de palma típico, están involucradas varias operaciones en la extracción de aceite del FFB de palma de aceite, las cuales son esterilización, pelado, digestión y prensado, clarificación, purificación, secado y
25 almacenamiento.

El aceite de palma se deriva del mesocarpio del fruto de palma. La extracción del aceite de palma involucra la desintegración del fruto de palma y la separación del aceite de palma del resto del residuo de la planta. Los métodos convencionales

involucran los métodos físicos de desintegración incluyendo el digestor, y prensa de tornillo para liberar el aceite. Sin embargo, los residuos de planta típicamente permanecen como un contaminante a lo largo del proceso de extracción de aceite de palma. Este residuo de planta también puede ser referido acá como mesocarpio, lodo, sólido de decantador, material fibroso, fibras, porción sólida de DCO, y contiene material celulolítico como se define acá.

Esencialmente, presionar los frutos de la palma de aceite crea un líquido que es una mezcla de aceite de palma, agua, escombros celulares, material fibroso y sólidos no aceitosos. Estos sólidos no aceitosos hacen que la mezcla sea altamente viscosa, por lo tanto, requieren la adición de agua. La adición de agua hace que los sólidos pesados se asienten en el fondo mientras que las gotas de aceite más livianas se elevarán hacia la parte superior. En otras palabras, presionar los frutos de la palma de aceite produce aceite de palma crudo sin diluir (UDCO), por lo cual, el UDCO es altamente viscoso.

La separación del aceite de lodo del UDCO sería difícil sin la adición de agua. Por lo tanto, se adiciona agua al UDCO para diluirlo, lo cual produce DCO. La adición de agua hace que los sólidos pesados caigan al fondo mientras que las gotas de aceite más livianas aparecerán en la parte superior. La composición de DCO generalmente consiste de aceite, agua, sólidos no aceitosos (es decir, lodo) y material fibroso fino.

El proceso de clarificación es el primer paso para recuperar aceite de DCO y requiere agua de dilución para producir aceite y lodo. El lodo contiene aceite en el rango de 2% a 15% el cual puede ser recuperado usando un decantador de 2 fases que produce aceite y suspensión o un decantador de 3 fases que produce aceite, agua y torta de decantador o una centrífuga de lodo que produce aceite y suspensión.

El contenido de lodo en el DCO varía de aproximadamente 20% a 60%. El alto contenido de lodo requeriría tiempo de retención largo y tanque clarificador más

grande para lograr la pureza de aceite requerida obtenida a través del asentamiento por gravedad debido a la presencia de mayor porcentaje de sólidos. El alto contenido de lodo atraparía el aceite dentro de la matriz de sólido del clarificador y se asentará en el fondo del tanque clarificador lo que resultaría en pérdida de aceite ya que el aceite viajaría hacia el decantador o centrífuga y algo del aceite se perderá en el efluente de molino de aceite de palma (agua de desperdicio).

El paso final en el proceso de extracción de aceite se basa en la fuerza centrífuga del decantador o centrífuga para recuperar el aceite del lodo. La tasa de recuperación depende de la velocidad de rotación del equipo, por lo cual entre mayor sea la rotación, mayor será el ORR. Sin embargo, este enfoque de nuevo resulta en el aumento en costos de mantenimiento y no es la forma más eficiente de proceder (a largo plazo) con el fin de mejorar el ORR (resultando en OER aumentado). En consecuencia, necesita haber un equilibrio entre ORR y costo de mantenimiento.

Los objetivos del proceso de clarificación son separar tanto aceite como sea posible del DCO, para recuperar aceite clarificado a pérdida de aceite mínima, para la separación y disposición eficiente de agua libre y para la separación de impurezas sólidas. Arena y otras impurezas pesadas son drenadas periódicamente del fondo del clarificador. El agua de desperdicio del clarificador, la cual es el desborde de clarificado, luego es enviada al tanque de lodo (tanque de almacenamiento). El aceite clarificado procede al tanque de aceite puro, por lo cual, el tanque de aceite puro es usado para almacenar y mantener las temperaturas del aceite clarificado antes de ser enviado al purificador y al secador de vacío. La función de un purificador es remover el contenido de suciedad del aceite clarificado y la función de un secador de vacío es remover la humedad el aceite clarificado. El aceite luego es transferido a un tanque de almacenamiento antes de ser despachado del molino. El lodo aún contiene pequeñas cantidades de aceite y, por lo tanto, para optimizar y recuperar tanto aceite como sea posible, el lodo procede a un decantador

(separador de 3 fases) o centrífuga. El decantador o centrífuga es para separar más el aceite de las impurezas. El decantador eficientemente separa el lodo en fases de aceite, agua y torta de sólido, mientras que una centrífuga separa la suspensión en aceite y lodo.

5 En un proceso de molienda estándar de aceite de palma, se requiere tiempo de retención largo y altas temperaturas de aproximadamente 90°C a 95°C en la estación de clarificación para purificar el DCO. El tiempo de retención largo y las altas temperaturas aunque son requeridas para reducir la viscosidad lo cual ayudará en el proceso de clarificación y para permitir un tiempo amplio para asentamiento
10 del aceite para lograr la calidad de aceite deseada, eventualmente degradará la calidad del aceite con el tiempo. Así, con el fin de producir el aceite requerido con la calidad deseada sin tener que invertir en clarificadores grandes para mayor tiempo de retención, se propone por medio de la presente invención el uso de composición de silicato y/o composición de enzima.

15 Actualmente, la mayoría de molino de alta capacidad (con tasa de procesamiento de 40 mt/hr de FFB procesado y mayor) utiliza decantador (el cual tiene una velocidad de rotación de aproximadamente 3000 rpm) como su selección de equipo para remover lodo del DCO. 3000 rpm se consideraría un rango normal a ser usado en el molino de aceite de palma, lo cual en el momento suministra un
20 equilibrio entre recuperación de aceite y costo de mantenimiento (es decir, máquina, electricidad, etc.), sin embargo, cualquier mayor a esto resultaría en costos de mantenimiento mayores.

 El decantador funciona con base en la diferencia entre la gravedad específica del aceite, agua y sólidos. Entre mayor sea la diferencia entre la gravedad específica
25 de aceite, agua y sólidos, mejor será la recuperación de aceite. La gravedad específica esencialmente es la relación de la densidad de una sustancia a la densidad de una sustancia de referencia (usualmente agua). La composición de silicato y/o composición de enzima es propuesta para la presente invención debido

a que la composición de silicato y/o composición de enzima pueden aumentar la gravedad específica de los sólidos y contribuyen al efecto de coalescencia del aceite, lo que se traduce en ORR/OER aumentado.

Sin desear atarse por la teoría, se considera que el silicato flocula los sólidos presentes en el DCO, acelerando así el proceso de clarificación debido al hecho que cuando los sólidos floculan juntos, esto crea partículas más grandes y, por lo tanto, existen más espacios entre las partículas que permiten que se eleven gotas de aceite a la superficie del tanque de clarificación, aumentando indirectamente la recuperación de aceite. Los coagulantes, tales como tanino y cloruro de polialuminio, son capaces de floccular los sólidos, sin embargo, el aceite será atrapado junto con los sólidos y, por lo tanto, la recuperación de aceite será atrofiada. Las partículas más grandes formadas en la presencia de la composición de silicato también se traducen en gravedad específica alta, suministrando mejor recuperación de aceite y aumentando así el rendimiento/OER del aceite.

Las fibras son parte de la porción sólida del DCO. La composición de enzima que contiene celulasas y xilanasas son capaces de degradar las fibras, reduciendo así los sólidos en el DCO. El resultado es un ORR mayor dado que resultan menos sólidos en menor matriz de sólido para atrapar aceite, lo que disminuye las probabilidades de asentamiento de aceite en el fondo del tanque de clarificación. Las proteasas no actúan directamente sobre las fibras, sino que pueden contribuir a menos matriz de sólido.

Las enzimas pueden ayudar en la coalescencia de aceite al formar particulados más grandes, lo que resulta en clarificación más rápida. UDCO y/o DCO se selecciona para el mezclado de la composición de silicato y/o composición de enzima para los mejores resultados posibles para este propósito, ya que es bien conocido que el mezclado con líquido es el mejor modo de mezclar, suministrando buen contacto entre las sustancias (es decir, DCO) y la composición de silicato y/o composición de enzima.

Dado que el aceite puede ser recuperado de la fase de lodo que contiene material fibroso, por lo tanto, se encontró que la composición de silicato y/o composición de enzima adicionada en estas corrientes (tal como lodo de desborde, tanque de lodo, sólido de decantador y varias corrientes de lodo) actúa como catalizadores para liberar el aceite atrapado en los materiales fibrosos, aumentando así el rendimiento/OER de aceite.

El uso de la composición de silicato y la composición de enzima individualmente resulta en recuperación mejorada de aceite, sin embargo, el mejor efecto se ve cuando la composición de silicato y/o composición de enzima son usadas en combinación dado que tanto el silicato como la enzima resuelven diferentes inconvenientes en el proceso de clarificación (como se describió en los párrafos anteriores). El OER de FFB de la presente invención se aumenta por al menos 0.4%, o en el rango entre 0.4% y 6%, preferiblemente 0.5% a 3.0% y más preferiblemente de 0.8% a 2.0%.

El CPO se somete a desgomado, blanqueado y desodorización para producir un aceite de palma refinado. Los presentes inventores además investigaron sobre el contenido de los niveles de 3-MCPD en el aceite de palma refinado y se sorprendieron por los resultados que muestran una disminución de por lo menos 10% o entre 10% y 60%. De nuevo, sin desear atarse por la teoría, se cree que esto pasa porque la composición de silicato y/o composición de enzima mezclada en el DCO crea una solución alcalina. La solución alcalina se encuentra que lixivia cloro del aceite de palma crudo. El cloro es conocido como precursor para 3-MCPD, así, la reducción en cloro resultará en reducción en el contenido de 3-MCPD en el aceite de palma refinado.

Ventajosamente, la presente invención no sólo suministra un medio para aumentar OER del FFB, sino que también el aceite de palma refinado muestra una reducción en los niveles de 3-MCPD.

Las definiciones generales son las siguientes para los propósitos de la presente invención:

“Mezclado” o “mezclar” para la presente invención significa una sustancia (es decir, composición de enzima y/o composición de silicato) adicionada, o mezclada
5 en otra sustancia (es decir, MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación) bajo una cierta velocidad de un agitador.

“UDCO” para la presente invención se refiere a una mezcla que contiene aceite
10 de palma, agua, escombros celulares, material fibroso y sólidos no aceitosos. Para los propósitos de la presente invención, UDCO se mezcla con agua de dilución para producir DCO que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 20% en peso y 95% en peso. Preferiblemente, la fase acuosa (es decir, el contenido de agua en el DCO9 está entre 15% en peso y 35% en peso y la fase
15 de aceite está entre 30% en peso y 45% en peso. El mezclado de agua como medio de dilución permite que la mezcla (DCO) fluya a través del canal transferido así al clarificador por medio de bombeo. Aparte de esto, la adición de agua reducirá la viscosidad, permitiendo así la separación eficiente de aceite en el clarificador.

“Lodo” para la presente invención se refiere a una mezcla de sólido, agua y
20 algún residuo de aceite. El lodo es generalmente producido cuando el DCO se somete al proceso de clarificación lo cual separa el DCO en dos capas que consisten de aceite, torta de decantador con algún residuo de aceite y aceite (si se usa un decantador de dos fases) o tres capas que consisten de aceite, emulsión (mezcla estable de sólido, agua y aceite la cual sólo puede ser separada por medio de
25 centrifugación a alta velocidad) y lodo (si se utiliza un decantador de tres fases). El lodo contiene aceite en el rango de 2% a 15%. Cuando el lodo pasa a través de la fase de separación, este se dividirá en tres fases, específicamente, aceite, agua y sólidos (es decir, sólidos de decantador) por medio de la fuerza de centrifugación.

“Tiempo de retención” para la presente invención se refiere al tiempo de contacto y el tiempo de mezclado entre enzimas y/o silicato y el digestor de prensa de masa (MPD), el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos bajo cierta velocidad de agitador. El tiempo de retención puede ser usado de forma intercambiable con términos tales como “incubación”, “tiempo de incubación” o “periodo de incubación”. El tiempo de retención para la composición de enzima está en el rango de entre 15 minutos y 8 horas, preferiblemente 30 minutos a 6 horas y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas. El tiempo de retención para la composición de silicato está entre 1 minuto y 8 horas, preferiblemente 30 minutos a 6 horas y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas.

En general, el mineral de silicato es generalmente un compuesto iónico cuyos aniones consisten predominantemente de silicio (o ion de silicio) y átomos de oxígeno (es decir, un silicato (SiO_4^{4-}) es un compuesto que contiene un anión que soporta silicio). Se estima que casi 90% de la corteza terrestre está hecha de silicatos.

La unidad fundamental sobre la cual se basa la estructura de todos los silicatos consiste de cuatro iones de oxígeno que rodean un ion de silicio. Esto es conocido como el tetraedro de silicio-oxígeno (SiO_4). Cuando los átomos de silicio y oxígeno se combinan, hay una carga neta -4 a la molécula. Esto permite que otros átomos cargados positivamente se combinen con el tetraedro de sílice para formar minerales. Los seis elementos cargados positivamente más comunes en la corteza terrestre que se combinan con el tetraedro de sílice son (en orden de más abundante a menos abundante): aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K), y magnesio (Mg). En algunos minerales, el tetraedro de sílice puede unirse con otros tetraedros de sílice para formar varias estructuras de silicato. El nombre ‘silicato’ es algunas veces extendido a cualquier anión que contiene silicio, incluso si ellos no

se ajustan en la fórmula general o contiene otros átomos aparte de oxígeno.

[Fuente: <http://www.mineralogy4kids.org/?q=mineral-group/silicatos>]

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre y casi toda la área y rocas contienen silicio combinado con oxígeno, formando sílice. El silicio en combinación con otros elementos tales como hierro, aluminio o potasio produce un silicato. Generalmente, la composición de silicato puede ser producida al tratar una mezcla de sílice (usualmente como arena de cuarzo), soda cáustica/hidróxido de sodio y agua, con vapor caliente en un reactor. La reacción general es:



“Composición de silicato” para la presente invención se refiere a una composición que consiste de silicio, agente alcalinizante y agua procesada.

“Agente alcalinizante” para la presente invención se refiere a hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o cualquier combinación de éstos. El hidróxido de sodio es preferido ya que es una base fuerte/álcali y es altamente soluble en agua y, por lo tanto, trabajaría eficientemente en la composición de silicato y suministra los mejores resultados cuando se reacciona con MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

“Agua procesada” para la presente invención significa agua que es filtrada con filtro de arena, pasa a través de ósmosis inversa seguido por deionización usando intercambio de iones. El propósito o función del uso del agua procesada en la composición es como un agua de dilución, para preparar la composición de silicato en una forma diluida. El silicato se disuelve fácilmente en agua, formando una solución básica. La forma diluida es preferida para la presente invención, ya que el agua actúa como un portador de la composición para contacto con MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de

salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, para permitir la separación eficiente de aceite en la etapa de clarificación. El agua procesada es específicamente utilizada para los propósitos de la presente invención debido a que la composición de silicato se coagula fácilmente en presencia de impurezas, así, el agua usada necesita ser lo más pura posible.

El proceso primero empieza con la limpieza de los frutos de palma hasta que todos los objetos extraños tales como basura y polvo, son removidos sustancialmente. Esto es seguido por esterilización de los frutos de palma a temperaturas de entre 80°C y 160°C, preferiblemente a temperaturas de entre 90°C a 150°C y más preferiblemente 100°C a 140°C a presión de entre 1 bar (1×10^5 Pa) y 3 bar (3×10^5 Pa) por un periodo de tiempo de entre 50 y 150 minutos para producir frutos de palma sustancialmente esterilizados. La digestión de los frutos de palma esterilizados luego se lleva a cabo en el tanque de digestión a temperaturas de entre 70°C y 100°C a presión atmosférica por un periodo de tiempo de retención de entre 10 y 30 minutos para producir frutos de palma sustancialmente digeridos. La esterilización y el trillado de los frutos de palma produce MDP.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el MPD luego procede a la etapa de presión a temperaturas de entre 70°C y 100°C y a presión de entre 30 bar (3×10^6 Pa) y 80 bar (8×10^6 Pa) para producir UDCO. El rango de temperatura preferido estaría entre 80°C y 95°C y más preferido, 90°C a 95°C. El UDCO luego es mezclado con agua de dilución para producir DCO que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso, preferiblemente 15% en peso a 35% en peso y fase de aceite de entre 20% en peso y 95% en peso, preferiblemente 30% en peso a 45% en peso.

SILICATO

Los inventores han encontrado efectos sorprendentes relacionados al aumento en OER del FFB y al aceite de palma refinado que muestra una reducción en los niveles de 3-MCPD con la aplicación de la composición de silicato en varias áreas de dosificación de un proceso de molienda de aceite de palma.

5 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato se mezcla con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (agua de desperdicio del tanque clarificador) (3), el tanque de lodo de salida (agua de desperdicio del tanque clarificador) (4), el sólido de decantador (fase sólida del decantador) (5) y/o una pluralidad de corrientes de lodo
10 (6) tal como condensado de esterilizador, tanque de desarenado, fase pesada de decantador, purga de desarenador y otros llevan a un aumento en el OER, así como a la reducción de formación de 3-MCPD cuando el aceite de palma crudo es refinado.

Los inventores han encontrado sorprendentemente que los procesos de
15 acuerdo con la presente invención llevan a un aumento en el OER, así como a la reducción de la formación de 3-MCPD cuando el aceite de palma crudo es refinado, cuando la por lo menos una composición de silicato es mezclada con el UDCO (1), y/o el DCO (2).

Mezclar la composición de silicato es típicamente mediante la adición de una
20 composición de silicato acuosa al UDCO (1), y/o el DCO (2) seguido por mezclado. Después del mezclado de la por lo menos una composición de silicato, la enzima es incubada con el UDCO o el DCO o UDCO y DCO por un periodo de tiempo. Un experto en la materia está en capacidad de seleccionar un tiempo y temperatura adecuadas para incubación de forma empírica con base en experimentación de
25 rutina.

La composición de silicato para la presente invención se refiere a una composición que consiste de silicio, agente alcalinizante y agua procesada. La concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango de

40% en peso a 70% en peso. La concentración de silicio en la composición de silicato es 1% en peso a 10% en peso. La concentración de agente alcalinizante en una composición de silicato está en el rango de entre 20% en peso y 59% en peso.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el silicio (o ion de silicio) de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración de entre 0.0012% en peso a 0.006% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración de entre 0.03% en peso a 0.07% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el agua procesada se mezcla en una concentración de entre 0.11% en peso a 0.16% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

De acuerdo con una modalidad de WO2017150965A1, la solución a base de agua es una solución tipo sal de silicato alcalino de sodio y agua procesada. Además, la solución tipo sal de silicato alcalino de sodio comprende, pero no se limita a, un silicio, agua procesada y soda cáustica. La invención además suministra una solución tipo sal de silicato alcalino de sodio, en donde la solución comprende 6% en peso de silicio, 59% en peso de agua procesada y 35% en peso de soda cáustica para suministrar las propiedades de pH alto de la solución. El silicio usado comprende titanio (Ti) como parte del principal ingrediente y contiene otros rastros

de elementos metálicos tales como hierro y cobre. Además, el agua procesada de la solución tipo sal de silicato alcalino de sodio es un agua procesada específica que tiene conductividad del agua entre, pero no se limita a, 0.00 S/m a 0.02 S/m.

De acuerdo con una modalidad de US 4570713A se ha encontrado que al reaccionar ciertos metales no alcalinos en un medio acuoso con un hidróxido alcalino, se pueden producir soluciones de hidruro de metal estable. Se debe tener en cuenta que la especie reactiva precisa en las reacciones referidas más adelante no ha sido completamente definida. El término hidruro como se usa acá se refiere a un compuesto producido por las reacciones descritas a continuación. El término hidruro es usado para especies reactivas en las reacciones o independiente de la estructura molecular particular de estos compuestos y es un dispositivo descriptivo. El más significativo de los metales de los que se desea para formar hidruro es silicio. Suministrar el compuesto hidruro suministrará la capacidad de poner el silicio en placa eléctrica de una solución acuosa.

La presente invención suministra una invención de la siguiente forma:

1. Un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de FFB, el proceso comprende los pasos de:
 - a) esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD;
 - b) presionar el MPD para producir UDCO (1);
 - c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir DCO (2) que contiene una fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso, y una fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso
 - d) clarificar el DCO (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3); y
 - e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3), produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido;

en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos para formar el aceite de palma crudo.

5 2. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO (2) del paso c) contiene fase acuosa preferiblemente entre 15% en peso y 35% en peso y fase de aceite preferiblemente entre 30% en peso y 45% en peso.

 3. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es entre 250
10 ppm y 10000 pm en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

 4. El proceso de acuerdo con la modalidad 3, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es preferiblemente entre 1000 ppm
15 y 5000 ppm, más preferiblemente 1500 a 2500 ppm.

 5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 4, en donde la por lo menos una composición de silicato comprende silicio, agente alcalinizante y agua procesada.

 6. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en
20 donde la concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango de 40% en peso a 70% en peso.

 7. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración de silicio en la composición de silicato está en el rango de 1% en peso a 10% en peso.

25 8. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración de agente alcalinizante en la composición de silicato está en el rango de 20% en peso a 59% en peso.

9. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 8, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla en la forma de una solución acuosa a un rango de temperatura entre 40°C a 95°C.

10. El proceso de acuerdo con la modalidad 8, en donde el rango de temperatura es preferiblemente entre 65°C y 95°C y más preferiblemente, 80°C a 95°C.

11. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 10, en donde el tiempo de retención de la por lo menos una composición de silicato con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos está entre 1 minuto y 8 horas.

12. El proceso de acuerdo con la modalidad 11, en donde el tiempo de retención es preferiblemente de 30 minutos a 6 horas y más preferiblemente entre 45 minutos y 4 horas.

13. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el silicio de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración de 0.0012% en peso a 0.006% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

14. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración de 0.03% en peso a 0.07% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

15. El proceso de acuerdo con la modalidad 14, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se selecciona de un

grupo que consiste de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o cualquier combinación de éstos.

16. El proceso de acuerdo con la modalidad 15, en donde el agente alcalinizante se selecciona del grupo que consiste de hidróxido de sodio.

5 17. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el agua procesada se mezcla en una concentración de 0.11% en peso a 0.16% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

10 18. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso a) se lleva a cabo a un rango de temperatura entre 90°C y 150°C a presión atmosférica.

19. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO del paso b) es preparado al presionar el MPD a temperatura entre 70°C y 100°C a una presión de 30 bar (3×10^6 Pa) a 80 bar (8×10^6 Pa).

15 20. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso d) es llevado a cabo por medio de centrifugación a una temperatura entre 70°C y 100°C a presión atmosférica.

21. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde el OER del FFB se aumenta por al menos 0.4%.

20 22. El proceso de acuerdo con la modalidad 21, en donde el OER está en el rango entre 0.4% y 6%, preferiblemente 0.5% a 3.0% y más preferiblemente 0.8% a 2.0%.

La presente invención suministra una modalidad adicional así:

1. Un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de FFB, el
25 proceso comprende los pasos de:

- a) esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD;
- b) presionar el MPD para producir UDCO (1);

c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir DCO (2) que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso;

d) clarificar el DCO (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3); y

e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3), produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido;

en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla al MPD, el UDCO (1) y/o el DCO (2).

10 2. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO (2) del paso c) contiene fase acuosa preferiblemente entre 15% en peso y 35% en peso y fase de aceite preferiblemente entre 30% en peso y 45% en peso.

3. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD.

15 4. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el UDCO (1) del paso b).

5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el DCO (2) del
20 paso c).

6. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el UDCO (1) y el DCO (2).

7. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en
25 donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, UDCO (1) y DCO (2).

8. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MDP y UDCO (1).

9. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MDP y DCO (2).

10. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es entre 250 ppm y 10000 ppm en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

11. El proceso de acuerdo con la modalidad 9, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es preferiblemente entre 1000 ppm y 5000 ppm, más preferiblemente entre 1500 y 2500 ppm.

12. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde la por lo menos una composición de silicato comprende silicio, agente alcalinizante y agua procesada.

13. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde la concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango de 40% en peso a 70% en peso.

14. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde la concentración de silicio en la composición de silicato está en el rango de 1% en peso a 10% en peso.

15. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde la concentración de agente alcalinizante en una composición de silicato está en el rango de 20% en peso a 59% en peso.

16. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla en la forma de una solución acuosa a un rango de temperatura de 40°C a 95°C.

17. El proceso de acuerdo con la modalidad 15, en donde el rango de temperatura es preferiblemente de 65°C a 95°C y más preferiblemente de 80°C a 95°C.

18. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde el tiempo de retención de la por lo menos una composición de silicato con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos es entre 1 minuto y 8 horas.

19. El proceso de acuerdo con la modalidad 18, en donde el tiempo de retención es preferiblemente entre 30 minutos y 6 horas y más preferiblemente entre 45 minutos y 4 horas.

20. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 19, en donde el silicio de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración de 0.0012% en peso a 0.006% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

21. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 19, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración de 0.03% en peso a 0.07% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

22. El proceso de acuerdo con la modalidad 21, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se selecciona de un

grupo que consiste de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o cualquier combinación de éstos.

23. El proceso de acuerdo con la modalidad 22, en donde el agente alcalinizante se selecciona del grupo que consiste de hidróxido de sodio.

5 24. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 19, en donde el agua procesada se mezcla en una concentración de 0.11% en peso a 0.16% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

10 25. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso a) es llevado a cabo a un rango de temperatura entre 90°C y 150°C a presión atmosférica.

26. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO del paso b) es preparado al presionar el MPD a una temperatura entre 70°C y 100°C a una presión de entre 30 bar (3×10^6 Pa) y 80 bar (8×10^6 Pa).

15 27. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso d) es llevado a cabo por medio de centrifugación a una temperatura entre 70°C y 100°C a presión atmosférica.

28. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde el OER del FFB se aumenta por al menos 0.4%.

20 29. El proceso de acuerdo con la modalidad 27, en donde el OER está en el rango de 0.4% a 6%, preferiblemente de 0.5% a 3.0% y más preferiblemente de 0.8% a 2.0%.

La presente invención además suministra una modalidad así:

1. Un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de FFB, el
25 proceso comprende los pasos de:

- a) esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD;
- b) presionar el MPD para producir UDCO (1);

c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir DCO (2) que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso;

d) clarificar el DCO (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3); y

e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3), produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido;

en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD.

2. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO (2) del paso c) contiene fase acuosa preferiblemente entre 15% en peso y 35% en peso y fase de aceite preferiblemente entre 30% en peso y 45% en peso.

3. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es entre 250 ppm y 10000 ppm en peso del MPD.

4. El proceso de acuerdo con la modalidad 3, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es preferiblemente entre 1000 ppm y 5000 ppm, más preferiblemente entre 1500 y 2500 ppm.

5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 4, en donde la por lo menos una composición de silicato comprende silicio, agente alcalinizante y agua procesada.

6. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango de 40% en peso a 70% en peso.

7. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración de silicio en la composición de silicato está en el rango de 1% en peso a 10% en peso.

8. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración de agente alcalinizante en una composición de silicato está en el rango de 20% en peso a 59% en peso.

5 9. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 8, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla en la forma de una solución acuosa a una temperatura en el rango de 40°C a 95°C.

10. El proceso de acuerdo con la modalidad 9, en donde el rango de temperatura es preferiblemente entre 65°C y 95°C y más preferiblemente entre 80°C y 95°C.

10 11. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 10, en donde el tiempo de retención de la por lo menos una composición de silicato con el MPD es entre 1 minuto y 8 horas.

12. El proceso de acuerdo con la modalidad 11, en donde el tiempo de retención es preferiblemente entre 30 minutos y 6 horas y más preferiblemente entre
15 45 minutos y 4 horas.

13. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el silicio de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración entre 0.0012% en peso y 0.006% en peso del MPD.

14. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en
20 donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración entre 0.03% en peso a 0.07% en peso del MPD.

15. El proceso de acuerdo con la modalidad 12, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se selecciona de un grupo que consiste de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio y cualquier
25 combinación de éstos.

16. El proceso de acuerdo con la modalidad 15, en donde el agente alcalinizante se selecciona del grupo que consiste de hidróxido de sodio.

17. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el agua procesada se mezcla en una concentración de entre 0.11% en peso a 0.16% en peso del MPD.

18. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso a) es
5 llevado a cabo a una temperatura en el rango entre 90°C y 150°C a presión atmosférica.

19. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO del paso b) es preparado al presionar el MPD a una temperatura entre 70°C y 100°C a una presión de entre 30 bar (3×10^6 Pa) y 80 bar (8×10^6 Pa).

10 20. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso d) es llevado a cabo por medio de centrifugación a una temperatura entre 70°C y 100°C a presión atmosférica.

21. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde el OER del FFB se aumenta por al menos 0.4%.

15 22. El proceso de acuerdo con la modalidad 21, en donde el OER está en el rango entre 0.4% y 6%, preferiblemente 0.5% a 3.0% y más preferiblemente 0.8% a 2.0%.

La presente invención suministra una modalidad así:

1. Un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de FFB, el
20 proceso comprende los pasos de:

a) esterilizar y trillar los frutos de palma para producir MPD;
b) presionar el MPD para producir UDCO (1);
c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir DCO (2) que
contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30%
25 en peso y 95% en peso;

d) clarificar el DCO (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de reborde (3); y

e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3), produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido;

en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla con el UDCO y/o el DCO.

5 2. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO (2) del paso c) contiene fase acuosa preferiblemente entre 15% en peso y 35% en peso y fase de aceite preferiblemente entre 30% en peso y 45% en peso.

10 3. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 2, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es entre 250 ppm y 10000 ppm en peso del UDCO y/o DCO.

4. El proceso de acuerdo con la modalidad 3, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es preferiblemente entre 1000 ppm y 5000 ppm, más preferiblemente 1500 ppm a 2500 ppm.

15 5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 4, en donde la por lo menos una composición de silicato comprende silicio, agente alcalinizante y agua procesada.

6. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango entre 40% en peso y 70% en peso.

20 7. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración de silicio en la composición de silicato está en el rango entre 1% en peso y 10% en peso.

25 8. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 5, en donde la concentración de agente alcalinizante en una composición de silicato está en el rango entre 20% en peso y 59% en peso.

9. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 8, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla en la forma de una solución acuosa a un rango de temperatura entre 40°C y 95°C.

10. El proceso de acuerdo con la modalidad 9, en donde el rango de temperatura es preferiblemente entre 65°C y 95°C y más preferiblemente, 80°C a 95°C.

11. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 10, en donde el tiempo de retención de la por lo menos una composición de silicato con el UDCO y/o el DCO es entre 1 minuto y 8 horas.

12. El proceso de acuerdo con la modalidad 11, en donde el tiempo de retención es preferiblemente entre 30 minutos y 6 horas y más preferiblemente entre 45 minutos y 4 horas.

13. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el silicio de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración entre 0.0012% en peso y 0.006% en peso del UDCO y/o DCO.

14. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración entre 0.03% en peso y 0.07% en peso del UDCO y/o DCO.

15. El proceso de acuerdo con la modalidad 14, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se selecciona de un grupo que consiste de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o cualquier combinación de éstos.

16. El proceso de acuerdo con la modalidad 15, en donde el agente alcalinizante se selecciona del grupo que consiste de hidróxido de sodio.

17. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 12, en donde el agua procesada se mezcla en una concentración entre 0.11% en peso y 0.16% en peso del UDCO y/o DCO.

18. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso a) es llevado a cabo a una temperatura en el rango entre 90°C y 150°C a presión atmosférica.

19. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el DCO del paso b) es preparado al presionar el MPD a una temperatura entre 70°C y 100°C a una presión entre 30 bar (3×10^6 Pa) y 80 bar (8×10^6 Pa).

20. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde el paso d) es
5 llevado a cabo por medio de centrifugación a una temperatura entre 70°C y 100°C a presión atmosférica.

21. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde el OER del FFB se aumenta por al menos 0.4%.

22. El proceso de acuerdo con la modalidad 21, en donde el OER está en
10 el rango entre 0.4% y 6%, preferiblemente 0.5% a 3.0% y más preferiblemente 0.8% a 2.0%.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD, UDCO (1), DCO (2), clarificador de
15 desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato al MPD, UDCO (1), DCO (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, seguido por
20 clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD, UDCO (1) y/o DCO (2), dicho uso incluye administrar la por lo menos una composición de silicato al MPD, UDCO (1) y/o DCO
25 (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso adicional de por lo menos una composición de silicato para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD, dicho uso incluye administrar la

por lo menos una composición de silicato al MPD, seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso adicional de por lo menos una composición de silicato para
5 mejorar la recuperación de aceite a partir de UDCO (1), dicho uso incluye administrar la por lo menos una composición de silicato al UDCO (1), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso adicional de por lo menos una composición de silicato para
10 mejorar la recuperación de aceite a partir de DCO (2), dicho uso incluye administrar la por lo menos una composición de silicato al DCO (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso adicional de por lo menos una composición de silicato para
15 mejorar la recuperación de aceite a partir de UDCO (1) y DCO (2), dicho uso incluye administrar la por lo menos una composición de silicato al UDCO (1) y DCO (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso adicional de por lo menos una composición de silicato para
20 mejorar la recuperación de aceite a partir de MDP y UDCO (1), dicho uso incluye administrar la por lo menos una composición de silicato al MPD y UDCO (1), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso adicional de por lo menos una composición de silicato para
25 mejorar la recuperación de aceite a partir de MDP y DCO (2), dicho uso incluye administrar la por lo menos una composición de silicato al MPD y DCO (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso adicional de por lo menos una composición de silicato para mejorar la recuperación de aceite a partir de MDP, UDCO (1) y DCO (2), dicho uso incluye administrar la por lo menos una composición de silicato al MPD, UDCO (1) y DCO (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato con un MPD, UDCO (1), DCO (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato a un MDP, UDCO (1) y/o DCO (2), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato a un UDCO (1), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la

por lo menos una composición de silicato a un DCO (2), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención
5 suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato a un MDP, seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

10 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato a un MDP, UDCO (1) y DCO (2), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el
15 aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato a un MDP y UDCO (1), seguido por
20 desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la
25 por lo menos una composición de silicato a un MDP y DCO (2), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición de silicato a un UDCO (1) y DCO (2), seguido por
5 desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

Se ha mostrado sorprendentemente que mezclar la composición de silicato de acuerdo con la presente invención a MPD, UDCO (1) y/o DCO (2) lleva a OER aumentado, así como a la formación reducida de e-MCPD en la refinación del aceite
10 de palma crudo.

Además, se han mostrado resultados sorprendentes que la mezcla de composición de silicato de acuerdo con la invención a DCO lleva a OER aumentado, así como la formación reducida de 3-MCPD en la refinación de aceite de palma crudo.

ENZIMAS

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, una composición de enzima se mezcla con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador
20 (5) y/o la pluralidad de corrientes de lodo (6).

La composición de enzima se selecciona a partir del grupo que consiste de celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasa, endohlucanasa de β -xilosidasa, exoglucasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa, proteasas, papaína o cualquier combinación de éstos.

La composición de enzima puede, cuando se mezcla, estar en la forma de una solución acuosa a una temperatura en el rango entre 40°C a 95°C, preferiblemente 50°C a 65 °C, 60 °C a 75 °C, o 65°C a 85°C , 70°C a 85°C o 70°C a 95°C, y preferiblemente 65°C a 95°C, más preferiblemente 80°C a 95°C con concentración

entre 50 ppm a 1,500 ppm, preferiblemente 50 ppm a 550 15 ppm o 100 ppm a 550 ppm o 150 ppm a 600 ppm o 200 ppm a 700 ppm más preferiblemente 300 ppm a 500 ppm en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5) y/o la pluralidad de corrientes de lodo (6).

El término “tasa de flujo de dilución de enzimas” para la presente invención se refiere a la relación de enzimas a agua usada en la dilución de las enzimas.

La tasa de flujo de dilución de la composición de enzima con agua en rango de temperatura entre 40°C a 95°C, preferiblemente 65°C a 95°C está en el rango de 1 a 1000 litros/hora, preferiblemente 250 litros/hora a 1000 litros/hora, 300 litros/hora a 1000 litros/hora, 500 litros/hora a 1000 litros/hora, más preferiblemente 500 litros/hora a 750 litros/hora y el tiempo de retención para la reacción de la composición de enzima con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5) y/o la pluralidad de corrientes de lodo (6) está entre 1 minuto y 8 horas, preferiblemente 30 minutos a 6 horas y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas.

El término “material celulósico” para la presente invención significa cualquier material que contiene celulosa. El polisacárido predominante en la pared celular primaria de biomasa es celulosa, el segundo más abundante es hemicelulosa, y el tercero es pectina. La pared celular secundaria, producida después que la célula a parado de crecer, también contiene polisacáridos y se fortalece mediante lignina polimérica reticulada covalentemente con hemicelulosa. La celulosa es un homopolímero de anhidrocelobiosa y, por lo tanto, un beta-(1-4)-D-glucano línea, mientras que las hemicelulosas incluyen una variedad de compuestos, tales como xilanos, xiloglucanos, arabinoxilanos, y mananos en estructuras ramificadas complejas con un espectro de sustituyentes. Aunque es generalmente polimorfa, la celulosa se encuentra en tejido de planta principalmente como una matriz cristalina insoluble de cadenas de glucano paralelas. Las hemicelulosas usualmente se unen

con hidrógeno a la celulosa, así como a otras hemicelulosas, las cuales ayudan a estabilizar la matriz de pared celular.

La celulosa se encuentra generalmente, por ejemplo, en los tallos, hojas, cáscaras, vainas, y tusas de plantas u hojas, ramas, y madera de árboles. El material celulósico puede ser, pero no se limita a, residuo agrícola, material herbáceo (incluyendo cultivos de energía), desperdicio sólido municipal, residuo de planta de pulpa y papel, papel de desperdicio, y madera (incluyendo residuo forestal) (ver, por ejemplo, Wiselogel y otros, 1995, en Manual en Bioetanol (Charles E. Wyman, editor), pp. 105-118, Taylos & Francis, Washington DC; Wyman, 1994, Tecnología de Biorrecurso 50: 3-16; Lynd, 1990, Bioquímica y Biotecnología Aplicada 24/25: 695-719; Mosier y otros, 1999, Progreso Reciente en Bioconversión de Lignocelulósicos, en Avances en Ingeniería Bioquímica/Biotecnología, T. Scheper, editor en jefe, Volumen 65, pp. 23-40, Springer-Verlag, Nueva York). Se entiende acá que la celulosa puede estar en la forma de lignocelulosa, un material de pared celular de planta que contiene lignina, celulosa, y hemicelulosa en una matriz mezclada. En un aspecto, el material celulósico es cualquier material de biomasa. En otro aspecto, el material celulósico es lignocelulosa, la cual comprende celulosa, hemicelulosas, y lignina.

El término “enzima celulolítica” o “celulasa” significa una o más (por ejemplo, varias) enzimas que hidrolizan un material celulósico. Dichas enzimas incluyen endoglucanasas, celobiohidrolasas, beta-glucosidasas, o combinaciones de éstas. Los dos enfoques básicos para medir la actividad de enzima celulolítica incluyen: (1) medir la actividad de enzima celulolítica total, y (2) medir las actividades de enzima celulolítica individual (endoglucanasas, celobiohidrolasas, y beta-glucosidasas) como es revisado en Zhang y otros, 2006, Avances en Biotecnología 24: 452-481. La actividad de enzima celulolítica total puede ser medida usando sustratos insolubles, incluyendo papel filtro Whatman No. 1, celulosa microcristalina, celulosa bacteriana, celulosa algal, algodón, lignocelulosa pretratada, etc. El ensayo

de actividad celulolítica total más común es el ensayo con papel de filtro usando papel de filtro Whatman No. 1 como el sustrato. El ensayo fue establecido por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) (Ghose, 1987, Pure Appl. Chem. 59: 257-68). El término glucanasa es usado acá como un sinónimo de
5 celulasa.

La actividad de enzima celulolítica puede ser determinada al medir el aumento en producción/liberación de azúcares durante la hidrólisis de un material celulósico por medio de enzimas celulolíticas bajo las siguientes condiciones: 1-50 mg de proteína de enzima celulolítica por gramo de celulosa en rastrojo de maíz pretratado
10 (PCS) (u otro material celulósico pretratado) por 3-7 días a una temperatura adecuada tal como 40°C-80°C, por ejemplo, 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, o 80°C, y un pH adecuado, tal como 4-9, por ejemplo, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, o 9.0, en comparación a hidrólisis de control sin la adición de proteína de enzima celulolítica. Las condiciones típicas son 1 ml de PCS de
15 reacciones, lavado o sin lavar, 5% de sólidos insolubles (peso seco), 50 mM de acetato de sodio pH 5, 1 mM MnSO₄, 50°C, 55°C, o 60°C, 72 horas, análisis de azúcar por cromatografía de columna AMINEX® HPX-87H (Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, EE.UU.)

El término “endoglucanasa” significa una 4-glucanohidrolasa de 4-(1,3;1,4)-
20 beta-D-glucano (E.C. 3.2.1.4) que cataliza endohidrólisis de enlaces 1,4-beta-D-glicosídicos en celulosa, derivados de celulosa (tal como celulosa de carboximetilo y celulosa de hidroxietilo), liquenina, uniones beta-1,4 en glucanos beta-1,3-1,4 mezclados tal como beta-D-glucanos o xiloglucanos de cereal, y otro material de planta que contiene componentes celulósicos. La actividad de endoglucanasa
25 puede ser determinada al medir la reducción en viscosidad de sustrato o aumento en extremos de reducción determinado por un ensayo de reducción de azúcar (Zhang y otros, 2006, Avances en Biotecnología 24: 452-481). La actividad de endoglucanasa también puede ser determinada usando celulosa de carboximetilo

(CMC) como sustrato de acuerdo con el procedimiento de Ghose, 1987, Pure and Appl. Chem. 59: 257-268, a pH 5, 40°C.

El término “celobiohidrolasa” significa una celobiohidrolasa de 1,4-beta-D-glucano (E.C. 3.2.1.91 y E.C. 3.2.1.176) que cataliza la hidrólisis de enlaces 1,4-beta-D-glucosídicos en celulosa, celooligosacáridos, o cual glucosa enlazada en beta-1,4 que contiene polímero, liberando celobiosa del extremo reductor (celobiohidrolasa I, también conocida como exoglucanasa I) o extremo no reductor (celobiohidrolasa II, también conocida como Exoglucanasa II) de la cadena (Teeri, 1997, Tendencias en Biotecnología 15: 160-167; Teeri y otros, 1998, Biochem. Soc. Trans. 26: 173-178). La actividad de celobiohidrolasa puede ser determinada de acuerdo con los procedimientos descritos por Lever y otros, 1972, Anal. Biochem. 47: 273-279; val Tilbeurgh y otros, 1982, FEB Letters 149: 152-156; van Tilbeurgh y Claeysens 1985, FEB Letters 187: 283-288; y Tomme y otros, 1988, Eur. J. Biochem. 170: 575-581. Las celobiohidrolasas también con conocidas como exocelulasas.

El término “beta-glucosidasa” significa una glucohidrolasa de beta-D-glucosida (E.C. 3.2.1.21) que cataliza la hidrólisis de residuos terminales de beta-D-glucosa no reductores con la liberación de beta-D-glucosa. La actividad de beta-glucosidasa puede ser determinada usando p-nitrofenil-beta-D-glucopiranosida como sustrato de acuerdo con el procedimiento de Venturi y otros, 2002, J. Basic Microbiol. 42: 55-66. Una unidad de beta-glucosida es definida como 1.0 µmol de anión de p-nitrofenolato producido por minuto a 25°C, pH 4.8 de 1 mM de p-nitrofenil-beta-D-glucopiranosida como sustrato en 50 mM de citrato de sodio que contiene 0.01% de Tween® 20.

El término “enzima hemicelulolítica” o “hemicelulasa” significa una o más “por ejemplo, varias) enzimas que hidrolizan un material hemicelulósico. Ver, por ejemplo, Shallom y Shoham, 2003, Opinión Actual en Microbiología 6(3): 219-228). Las hemicelulasas son componentes claves en la degradación de biomasa de

planta. Ejemplos de hemicelulasas incluyen, pero no se limitan a, una esterasa de acetilmanan, una esterasa de acetilxilano, una arabinasa, una arabinofuranosidasa, una esterasa de ácido curámico, una esterasa de feruloil, una galactosidasa, una glucuronidasa, una esterasa de glucuronoil, una mananasa, una manosidasa, una xilanasa, y una xilosidasa. Los sustratos para estas enzimas, hemicelulosas, son un grupo heterogéneo de polisacáridos ramificados y lineales que se unen por medio de uniones de hidrógeno a las microfibrillas de celulosa en la pared celular de planta, reticulándolas en una red robusta. Las hemicelulosas también son unidas covalentemente a lignina, formando juntas con celulosa una estructura altamente compleja. La estructura y organización variable de hemicelulosas requiere la acción concertada de varias enzimas para su degradación completa. Los módulos catalíticos de hemicelulasas son hidrolasas de glucósido (GH) que hidrolizan uniones glicosídicas, o esterasas de carbohidrato (CE), las cuales hidrolizan enlaces de éster de acetato o grupos laterales de ácido ferúlico. Estos módulos catalíticos, basados en la homología de su secuencia primaria, pueden ser asignados en familias GH y CE. Algunas familias, con un doblez general similar, pueden ser además agrupadas en clanes, marcados alfabéticamente (por ejemplo, GH-A). una clasificación más informativa y actualizada de estas y otras enzimas activas de carbohidrato están disponibles en la base de datos de Enzimas Activas de Carbohidrato (CAZy). Las actividades de enzima hemicelulolítica pueden ser medidas de acuerdo con Ghose y Bisaria, 1987, Pure & Appl. Chem. 59: 1739-1752, a una temperatura adecuada tal como 40°C a 80°C, por ejemplo, 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, o 80°C, y un pH adecuado tal como 4-9, por ejemplo, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, o 9.0.

El término “mananasa” significa una enzima que hidroliza residuos terminales no reductores de beta-D-manosa (EC 3.2.1.25). Estos son parte de hemicelulasas. Por ejemplo, la mananasa puede ser determinada por hidrólisis de goma de

algarrobo a pH 5.3 y 50°C, y el azúcar reductor resultante puede ser determinado por método DNSA.

El término “material hemicelulósico” significa cualquier material que comprende hemicelulosas. Las hemicelulosas incluyen xilano, glucuronoxilano, 5 arabinoxilano, glucomanano, y xiloglucano. Estos polisacáridos contienen varios monómeros de azúcar diferentes. Los monómeros de azúcar en hemicelulosa pueden incluir xilosa, manosa, galactosa, ramnosa, y arabinosa. Las hemicelulosas contienen la mayoría de los azúcares de D-pentosa. La xilosa es en la mayoría de los casos el monómero de azúcar presente en la mayor cantidad, aunque en 10 manosa de madera suave puede ser el azúcar más abundante. El xilano contiene una estructura de residuos de xilosa enlazados en beta-(1-4). Los xilanos de plantas terrestres son heteropolímeros que poseen una estructura de beta-(1-4)-D-xilopiranosas, la cual es ramificada por cadenas de carbohidrato cortas. Ellas comprenden ácido D-glucurónico o su éter de 4-O-metilo, L-arabinosa, y/o varios 15 oligosacáridos, compuestos de D-xilosa, L-arabinosa, D- o L-galactosa, y D-glucosa. Los polisacáridos tipo xilano se pueden dividir en homoxilanos y heteroxilanos, los cuales incluyen glucuronoxilanos, (arabino)glucuronoxilanos, (glucurono)arabinoxilanos, arabinoxilanos, y heteroxilanos complejos. Ver, por ejemplo, Ebringerova y otros, 2005, Adv. Polym. Sci. 186: 1-67. El material 20 hemicelulósico también es conocido acá como “material que contiene xilano”.

El término “actividad degradadora de xilano” o “actividad xilanolítica” significa una actividad biológica que hidroliza material que contiene xilano. Los dos enfoques básicos para medir la actividad xilanolítica incluyen: (1) medir la actividad xilanolítica total, y (2) medir las actividades xilanolíticas individuales (por ejemplo, 25 endoxilanasas, beta-xilosidasas). El progreso reciente en ensayos de enzimas xilanolíticas se resume en varias publicaciones incluyendo Biely y Puchard, 2006, Diario de la Ciencia de Alimentos y Agricultura 86(11): 1636-1647; Spanikova y

Biely, 2006, FEBS Letters 580(19): 4597-4601; Herrmann y otros, 1997, Diario de Bioquímica 321: 375-381.

La actividad degradadora de xilano total puede ser medida al determinar los azúcares reductores formados a partir de varios tipos de xilano, incluyendo, por ejemplo, avena espelta, madera de haya, y xilanos de alerce, o por determinación fotométrica de fragmentos secos de xilano liberados de varios xilanos tinturados covalentemente. Un ensayo de actividad xilanólítica total común se basa en la producción de azúcares reductores glucuronoxilano de 4-O-metilo polimérico como se describe en Bailey y otros, 1992, Prueba de interlaboratorio de métodos para ensayo de actividad xilanasa, Diario de Biotecnología 23(3): 257-270. La actividad de xilanasa también puede ser medida con 0.2% AZCL-arabinoxilano como sustrato en 0.01% TRITON® X-100 y 200 mM fosfato de sodio pH 6 a 37°C. Una unidad de actividad de xilanasa se define como 1.0 µmol de azurina producida por minuto a 37°C, pH 6 a partir de 0.2% AZCL-arabinoxilano como sustrato en 200 mM fosfato de sodio pH 6.

La actividad degradadora de xilano puede ser determinada al medir el aumento en hidrólisis xilano de madera de abedul (Sigma Chemical Co., Inc., St. Louis, MO, EE.UU.) por exima de degradación de xilano bajo las siguientes condiciones típicas: 1 ml de reacciones, 5 mg/ml de sustrato (sólidos totales), 5 mg de proteína xilanólítica/g de sustrato, 50 mM de acetato de sodio pH 5, 50°C, 24 horas, análisis de azúcar usando ensayo de hidrazida de ácido p-hidroxibenzoico (PHBAH) como se describe por Lever, 1972, Anal. Biochem. 47: 273-279.

El término "xilanasa" significa una 1,4-beta-D-xilano-xilohidrolasa (E.C. 3.2.1.8) que cataliza la endohidrólisis de enlaces 1,4-beta-D-xilosídico en xilanos. La actividad de xilanasa puede ser determinada con 0.2% AZCL-arabinoxilano como sustrato en 0.01% TRITON® X-100 y 200 mM de fosfato de sodio pH 6 a 37°C. Una unidad de actividad de xilanasa se define como 1.0 µmol de azurina producida por minuto a 37°C, pH 6 a partir de 0.2% AZCL-arabinoxilano como sustrato en 200 mM

de fosfato de sodio pH 6. El término xilanasa como es usado acá también se refiere a endo-1,4- β -xilanasa.

El término “beta-xilosidasa” significa una xilohidrolasa de beta-D-xilosida (E.C. 3.2.1.37) que cataliza la exo-hidrólisis de (1-4)-xilooligosacáridos beta cortos para
5 remover los residuos sucesivos de D-xilosa de terminales no reductores. La actividad de beta-xilosidasa puede ser determinada usando 1 mM de p-nitrofenil-beta-D-xilosida como sustrato en 100 mM de citrato de sodio que contiene 0.01% de TWEEN® 20 a pH 5, 40°C. Una unidad de beta-xilosidasa se define como 1.0
10 μ mol de anión de p-nitrofenolato producido por minuto a 40°C, pH 5 a partir de 1 mM de p-nitrofenil-beta-D-xilosida en 100 mM de citrato de sodio que contiene 0.01% TWEEN® 20.

El término “exoglucanasa” significa una celobiohidrolasa de 1,4-beta-D-glucano (E.C. 3.2.1.91).

El término alfa-arabinofuranosidasa significa una α -L-arabinofuranosidasa
15 (E.C. 3.2.1.55), y es un ejemplo de una hemicelulasa. Esta también se puede clasificar como una pectinasa.

El término “pectinasa” se define como cualquier enzima que degrada sustancias pécticas. Las sustancias pécticas incluyen homogalacturonanos, xilogalacturonanos, y ramnogalacturonanos así como derivados de éstos. El
20 tratamiento de pectinasa puede ser logrado por una o más pectinasas, tal como dos o más pectinasas del mismo tipo (por ejemplo, dos metilesterasas de pectina diferentes) o de dos tipos diferentes (por ejemplo, una metilesterasa y una arabinasa de pectina). La pectinasa puede, por ejemplo, seleccionarse del grupo que consiste de arabinasa (cataliza la degradación de cadenas laterales de arabinano de
25 sustancias pécticas), arabinofuranosidasa (remueve sustituyentes de arabinosilo de arabinanos y arabinogalactanos), galactanasa (cataliza la degradación de arabinogalactano y cadenas laterales de galactano de sustancias pécticas), pectato liasa (escinde uniones glicosídicas en ácido poligalacturónico por eliminación beta),

acetilesterasa de pectina (cataliza la remoción de grupos acetilo de pectina acetilada), liasa de pectina (escinde las uniones glicosídicas de pectinas altamente metiladas por eliminación beta), metilesterasa de pectina (cataliza la remoción de metanol de pectina, resultando en la formación de ácido péctico, ácido poligalacturónico), poligalacturonasa (hidroliza los enlaces glicosídicos en la cadena de ácido poligalacturónico), acetilesterasa de ramnogalacturonano (cataliza la remoción de grupos acetilo de ramnogalacturonanos acetilados), y liasa de ramnogalacturonasa y ramnogalacturonano (degrada ramnogalacturonanos).

Los inventores han encontrado sorprendentemente que los procesos de acuerdo con la presente invención llevan a un aumento en la tasa de extracción de aceite, así como a la reducción de la formación de 3-MCPD cuando el aceite de palma crudo es refinado. Más recientemente, se han empleado enzimas para mejorar la extracción de aceite de palma por medio de desintegración enzimática del fruto de palma. Las enzimas adecuadas para la presente invención son enzimas que son capaces de quebrar las paredes celulares de la planta, por ejemplo, material celulósico y/o hemicelulósico, para aumentar el rendimiento de extracción de aceite, y en particular, el residuo de planta que permanece en las diferentes etapas del proceso de extracción de aceite (por ejemplo, lodo, clarificador de desborde, fibras que forman parte de la porción sólida del DCO, sólido de decantador, mesocarpio, material fibroso fino). Así, por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de la celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasa, β -xilosidasa, endoglucanasa, β -glucosidasa (es decir, beta-glucosidasa), celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa, proteasas, papaína y cualquier combinación de éstas.

Una modalidad adicional se relaciona con que por lo menos una enzima es seleccionada del grupo que consiste de celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasa, endoglucanasa, exoglucasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa o cualquier combinación de éstas.

Una modalidad adicional se relaciona con que por lo menos una enzima es seleccionada del grupo que consiste de celulasa, hemicelulasa, xilanasa o cualquier combinación de éstas.

En una modalidad, la por lo menos una enzima es mananasa y/o xilanasa. Una
5 modalidad adicional se relaciona con que la por lo menos una enzima es una composición enzimática que comprende una o más de celulasa, hemicelulasa, pectinasa y xilanasa.

En una modalidad, la por lo menos una enzima es una composición enzimática que comprende celulasa, hemicelulasa, pectinasa, mananasa y/o xilanasa.

10 De forma adecuada, la por lo menos una enzima de acuerdo con la invención está en la forma de una composición enzimática que comprende celulasa. La celulasa puede ser una endoglucanasa (por ejemplo, una beta-glucanasa).

En una modalidad, la composición enzimática, adicional a comprender celulasa, comprende una o más de las siguientes enzimas: mananasa, pectinasa,
15 xilanasa y una combinación de éstas.

La composición de enzima de acuerdo con la presente invención puede ser un extracto crudo o purificado de un fermentado de *Trichoderma resei*.

En una modalidad, la composición enzimática comprende celulasa como se describió anteriormente y mananasa.

20 En una modalidad, la composición enzimática comprende celulasa como se describió anteriormente y xilanasa.

Una modalidad particular se relaciona con que la por lo menos una enzima (por ejemplo, en una composición enzimática) comprende o consiste de xilanasa como se describe en WO 2019/068850, en particular una o más GH10 Xilanasa
25 como se define en la SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 o SEQ ID NO: 4 de WO 2019/068850.

Una modalidad particular se relaciona con que la por lo menos una enzima está en la forma de una composición enzimática que comprende una o más GH10

Xilanasa como se define en la SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 o SEQ ID NO: 4 de WO 2019/068850.

Modalidades adicionales se relacionan con que la por lo menos una enzima está en la forma de una composición enzimática que comprende celulasa, por ejemplo, un extracto crudo o purificado de un fermentado de *Trichoderma reesei*, y una o más xilanasa, por ejemplo, una o más GH10 Xilanasa, tal como GH10 xilanasa como se define en la SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 o SEQ ID NO: 4 de WO 2019/068850, en particular GH10 de la SEQ ID NO: 1 (que es una xilanasa termoestable).

Modalidades adicionales se relacionan con que la por lo menos una enzima está en la forma de una composición enzimática que comprende celulasa, por ejemplo, un extracto crudo o purificado de un fermentado de *Trichoderma reesei*, y una o más mananasa. Una modalidad particular se relaciona con que la por lo menos una enzima está en la forma de una composición enzimática como se describe en MY 2018/09010 (P00-2018-03505).

Una modalidad particular se relaciona con que la por lo menos una enzima está en la forma de una composición enzimática. Modalidades particulares de la presente invención se relacionan con que la por lo menos una enzima es una enzima termoestable (como se define acá). Así, una modalidad particular de la composición enzimática comprende o consiste de celulasa como se describió anteriormente y una mananasa termoestable.

En una modalidad particular adicional, la composición de enzima comprende o consiste de celulasa como se describió anteriormente y una xilanasa termoestable, tal como, por ejemplo, una o más GH10 xylanasa, tal como GH10 xilanasa como se define en la SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 o SEQ ID NO: 4 de WO 2019/068850, en particular GH10 de la SEQ ID NO: 1 (que es una xilanasa termoestable).

Enzimas Termoestables

Como se usa acá, “termoestabilidad” se refiere a la estabilidad de una enzima cuando la enzima es probada o se deja a una temperatura alta específica, tal como 70°C. La termoestabilidad puede ser determinada al incubar la enzima en un amortiguador adecuado (por ejemplo, 0.1 M de amortiguador Na-AOc pH 5.0) a una temperatura elevada, por ejemplo, 70°C por periodos de tiempo variantes (es decir, 0 min, 20 min, 40 min y 60 minutos) seguido por transferencia de las muestras a hielo, y luego determinar la actividad de enzima residual. Por ejemplo, la actividad de celulasa residual puede ser determinada en Konelab usando el siguiente protocolo:

- Sustrato: carboximetilcelulosa (CMC), 5 g/L en amortiguador Na-AOc pH 5.0.
- Disolución de muestra y amortiguador de dilución: 0.1 M amortiguador Na-OAc pH 5.0
- Reactivo de detención y detección: PAHBAH, 50 g/L de tartrato de K-Na, 20 g/L de PAHBAH, 5.52 g/L de acetato de bismuto (III), 0.5 M NaOH
- Principio de ensayo: Se hidroliza celulosa y forma carbohidrato reductor. El sustrato de carboximetilcelulosa (CMC) es una forma sustituida de celulosa. La reacción se detiene por medio de un reactivo alcalino que contiene PAHBAH y bismuto que forma complejos con azúcar reductor. La formación de complejo resulta en producción de color que se puede leer a 405 nm por un espectrofotómetro. El color producido es proporcional a la actividad de celulosa.
- La actividad residual es calculada y trazada contra el tiempo del tratamiento de calor

Debido a las temperaturas a las cuales se realizan los diferentes pasos de extracción de aceite de palma, es una ventaja si la por lo menos una enzima es termoestable. Preferiblemente, la por lo menos una enzima es termoestable en una

medida que por lo menos 15% de la actividad de enzima (por ejemplo, actividad de celulasa, hemicelulasa, y/o xilanasa) es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos, a una medida tal que por lo menos 20% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos, a una medida tal que por lo menos 25% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos, a una medida tal que por lo menos 30% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos, a una medida tal que por lo menos 35% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos, a una medida tal que por lo menos 40% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos, a una medida tal que por lo menos 20% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 50°C por 20 minutos, a una medida tal que por lo menos 60% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos, o a una medida tal que por lo menos 70% de la actividad de enzima es retenida después de incubación a 70°C por 20 minutos.

La termoestabilidad puede, en particular, ser determinada por incubación a 70°C por 20 minutos en un amortiguador de 0.1 M Na-OAc pH 5.0, seguido por transferencia a hielo y determinación de actividad de enzima residual (es decir, actividad de celulasa residual, hemicelulasa, y/o xilanasa) en Konelab por un método que comprende: hidrolizar sustrato (por ejemplo, carboximetilcelulosa (CMC)) que forma carbohidrato reductor; detener la hidrolización por un reactivo alcalino que contiene PAHBAH y bismuto, el cual forma complejos con azúcar reductor; y medir la producción de color por formación de complejo a 405 nm en un espectrofotómetro.

Los inventores han encontrado sorprendentemente que los procesos de acuerdo con la invención llevan a un aumento en la tasa de extracción de aceite, así como a la reducción de formación de 3-MCPD cuando el aceite de palma crudo

es refinado, cuando la por lo menos una enzima es mezclada con el UDCO (1), y/o el DCO (2).

El mezclado de la enzima es típicamente mediante la adición de una composición de enzima acuosa al UDCO (1) y/o el DCO (2) seguido por mezclado.

5 En una modalidad particular, la por lo menos una composición enzimática es mezclada y luego incubada con el UDCO, y/o el DCO bien sea justo antes (por ejemplo, mezclando con UDCO, o con DCO) o durante la clarificación (DCO).

Después de mezclar la por lo menos una composición enzimática, la composición enzimática es incubada con el UDCO o el DCO por un periodo de
10 tiempo. Un experto en la materia estará en capacidad de seleccionar un tiempo y una temperatura adecuada para incubación empíricamente con base en experimentación de rutina.

La incubación puede ser a una temperatura en el rango entre 40°C y 95°C, tal como 50°C a 65°C, 60°C a 75°C, o 65°C a 85°C, 70°C a 85°C o 70°C a 95°C y
15 preferiblemente 65°C a 95°C y más preferiblemente 80°C a 95°C.

El tiempo de retención/incubación para la composición enzimática está en el rango de entre 15 minutos y 8 horas, preferiblemente 30 minutos a 6 horas y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas. La incubación puede ser por ejemplo por un periodo de tiempo de 20 minutos a aproximadamente 9 horas, por ejemplo, tal como
20 de 20 minutos a 8 horas, por ejemplo, de 20 minutos a 7 horas, de 20 minutos a 6 horas, tal como, por ejemplo, de 0.5 horas a 8 horas, por ejemplo, de 0.5 horas a 7 horas, 0.5 horas a 6 horas.

En una modalidad, la invención se relaciona con un proceso de acuerdo con la presente invención, en donde la por lo menos una enzima comprende o consiste
25 de celulasa como se describió anteriormente, una mananasa termoestable y/o una xilanasa termoestable, tal como, por ejemplo, una o más GH10 xilanasa, tal como GH10 xilanasa como se define en la SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 o SEQ ID NO: 4 de WO 2019/068850, en particular GH10 de la SEQ ID NO: 1 (que es una xilanasa

termoestable) y en donde dicha enzima o composición enzimática se mezcla con el UDCO (1), y/o el DCO (2).

La invención suministra la siguiente modalidad:

1. Un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de racimos de fruto fresco, el proceso comprende los pasos de:

a) esterilizar y trillar los frutos de palma para producir MPD;
b) presionar el MPD para producir UDCO (1);
c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir DCO (2) que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso;

d) clarificar el DCO (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3); y

e) recuperar aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3), produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido;

en donde por lo menos una enzima se mezcla con el MPD; el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos para formar el aceite de palma crudo.

2. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde dicha enzima es mezclada con el UDCO (1) del paso b) y/o el DCO (2) del paso c).

3. El proceso de acuerdo con la modalidad 2, en donde dicha enzima es mezclada con el UDCO (1) del paso b).

4. El proceso de acuerdo con la modalidad 2, en donde dicha enzima es mezclada con el DCO (2) del paso c).

5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores 1 a 4, en donde la por lo menos una enzima es seleccionada del grupo que consiste de celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasas, β -xilosidasas, endoglucanasas,

exoglucasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa, proteasas, papaína o cualquier combinación de éstas.

6. El proceso de acuerdo con la modalidad 5, en donde la por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de celulasa, hemicelulasa, endo-
5 1,4- β -xilanasa, β -xilosidasa endoglucanasa, exoglucasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa o cualquier combinación de éstas.

7. El proceso de acuerdo con la modalidad 5 o 6, en donde la por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de celulasa, xilanasa,
10 mananasa o cualquier combinación de éstas.

8. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 5 a 7, en donde la por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de xilanasa.

9. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades, en donde por lo menos una de dichas enzimas es una enzima termoestable.

15 10. El proceso de acuerdo con la modalidad 6, en donde la por lo menos una enzima comprende una enzima termoestable seleccionada del grupo que consiste de celulasa termoestable, hemicelulasa termoestable, endo-1,4- β -xilanasa termoestable, β -xilosidasa endoglucanasa termoestable, exoglucasa termoestable, β -glucosidasa termoestable, celobiohidrolasa termoestable, alfa-
20 arabinofuranosidasa termoestable, pectinasa termoestable o cualquier combinación de éstas.

11. El proceso de acuerdo con la modalidad 9, en donde la por lo menos una enzima termoestable es una xilanasa termoestable.

12. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores
25 1 a 11, en donde el proceso es un proceso para mejorar la tasa de extracción de aceite.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la

recuperación de aceite a partir de MPD, UDCO (1), DCO (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el MPD, UDCO (1), DCO (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD, UDCO (1) y/o DCO (2), dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el MPD, UDCO (1) y/o DCO (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el MPD, seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de UDCO (1), dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el UDCO (1), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de DCO (2), dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el DCO (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de UDCO (1) y DCO (2), dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el UDCO (1) y DCO (2), seguido
5 por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD y UDCO (1), dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el MPD y UDCO (1), seguido por
10 clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD y DCO (2), dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el MPD y DCO (2), seguido por
15 clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para mejorar la recuperación de aceite a partir de MPD, UDCO (1) y DCO (2), dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con el MPD, UDCO (1) y DCO
20 (2), seguido por clarificación para formar aceite de palma crudo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con un MPD, UDCO (1), DCO (2),
25 clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con MPD, UDCO (1) y/o DCO (2), seguido
5 por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la
10 por lo menos una composición enzimática con UDCO (1), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el
15 contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con DCO (2), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención
20 suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con MPD, seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

25 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con MPD, UDCO (1) y DCO (2), seguido

por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con MPD y UDCO (1), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con MPD y DCO (2), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática con UDCO (1) y DCO (2), seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

Se ha mostrado sorprendentemente que mezclar la composición enzimática de acuerdo con la presente invención con MPD, UDCO (1) y/o DCO lleva a OER aumentado, así como a formación reducida de 3MCPD en la refinación de aceite de palma crudo.

Además, se han mostrado resultados sorprendentes que mezclar la composición enzimática de acuerdo con la presente invención con DCO lleva a OER aumentado, así como a formación reducida de 3MCPD en la refinación de aceite de palma crudo.

Proceso de combinación – SILICATO y ENZIMAS

La combinación de mezclar por lo menos una composición de silicato y por lo menos una combinación enzimática lleva sorprendentemente a rendimiento/OER aumentado. Además, esto también lleva a formación reducida de 3-MCPD cuando
5 el aceite es posteriormente refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y/o composición enzimática puede ser mezclada con el MPD, UDCO (1), DCO (2), mesocarpio, clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5) y/o pluralidad de corrientes de lodo (6) individualmente o
10 en combinación para obtener los mejores resultados posibles.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y composición de enzima se pueden mezclar con el MPD, UDCO (1), DCO (2), mesocarpio, clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5) y/o pluralidad de corrientes de lodo (6).

15 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición de enzima se pueden mezclar con el MPD, UDCO (1) y/o DCO (2).

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar con el UDCO (1).

20 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar con el DCO (2).

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar con el MPD.

25 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar con el UDCO (1) y DCO (2).

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar con el MPD y UDCO (1).

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar con el MPD y DCO (1).

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar con el MPD, UDCO (1) y
5 DCO (2).

Con base en los parámetros provistos en la presente invención, la composición enzimática primero se puede mezclar con el MPD, UDCO (1), DCO (2), mesocarpio, clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5) y/o pluralidad de corriente de lodos (6), seguido por composición de silicato después
10 de un periodo de tiempo entre 1 minuto y 8 horas (preferiblemente 30 minutos a 6 horas, y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas) o la composición enzimática se puede mezclar primero con el MPD, UDCO (1), DCO (2), mesocarpio, clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5) y/o pluralidad de corriente de lodos (6) seguido por la composición de silicato inmediatamente (1
15 minuto) y se incuba por un rango de tiempo entre 1 minuto y 8 horas (preferiblemente 30 minutos a 6 horas, y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas).

Con base en los parámetros provistos en la presente invención, la composición de silicato primero se puede mezclar con el MPD, UDCO (1), DCO (2), mesocarpio, clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5)
20 y/o pluralidad de corriente de lodos (6), seguido por composición enzimática después de un periodo de tiempo entre 1 minuto y 8 horas (preferiblemente 30 minutos a 6 horas, y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas) o la composición de silicato se puede mezclar primero con el MPD, UDCO (1), DCO (2), mesocarpio, clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5)
25 y/o pluralidad de corriente de lodos (6) seguido por la composición enzimática inmediatamente (1 minuto) y se incuba por un rango de tiempo entre 1 minuto y 8 horas (preferiblemente 30 minutos a 6 horas, y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas).

Con base en los parámetros provistos en la presente invención, la composición de silicato y la composición enzimática se pueden mezclar juntas con el MPD, UDCO (1), DCO (2), mesocarpio, clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5) y/o pluralidad de corriente de lodos (6) por un periodo de tiempo entre 1 minuto y 8 horas (preferiblemente 30 minutos a 6 horas, y más preferiblemente 45 minutos a 4 horas).

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el DCO mezclado con la composición de silicato y/o la composición enzimática luego puede ser clarificado a temperaturas entre 70°C y 100°C a presión atmosférica por un periodo de tiempo entre 1 y 10 horas para producir CPO.

La composición enzimática puede, cuando es mezclada, estar en la forma de una solución acuosa a un rango de temperatura entre 40°C y 95°C, preferiblemente 50°C a 65°C, 60°C a 75°C, o 65°C a 85°C, 70°C a 85°C o 70°C a 95°C, y preferiblemente 65°C a 95°C, más preferiblemente 80°C a 95°C con concentración entre 50 ppm a 1500 ppm, preferiblemente 50 ppm a 550 ppm o 100 ppm a 550 ppm o 150 ppm a 600 ppm o 200 ppm a 700 ppm, más preferiblemente 300 ppm a 500 ppm en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5) y/o la pluralidad de corrientes de lodo (6).

La invención en una modalidad se relaciona con que la composición de silicato y por lo menos una enzima se mezclan con el UDCO (1) y/o el DCO (2). La composición de silicato y la por lo menos una composición enzimática se mezclan simultáneamente o secuencialmente en cualquier orden a, por ejemplo, el UDCO (1) o el DCO (2).

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos una composición enzimática se mezcla con el MPD, así como con el UDCO (1) y/o el DCO (2).

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, así como con el UDCO (1) y/o el DCO (2).

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos
5 una composición enzimática se mezcla con el MPD y la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD.

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos una composición enzimática se mezcla con el UDCO (1) y la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el UDCO (1).

10 Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos una composición enzimática se mezcla con el DCO (2) y la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el DCO (2).

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos una composición enzimática se mezcla con el MPD y la por lo menos una
15 composición de silicato se mezcla con el UDCO (1) y/o DCO (2).

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos una composición enzimática se mezcla con el UDCO (1) y/o DCO (2) y la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD.

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos
20 una composición enzimática se mezcla con el MPD, así como el UDCO (1) y/o el DCO (2) y la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, así como el UDCO (1) y/o el DCO (2).

Una modalidad de la presente invención se relaciona con que por lo menos una composición enzimática se mezcla con el MPD, y además en donde la por lo
25 menos una enzima también se mezcla con el UDCO (1) y/o el DCO (2); y en donde la composición de silicato también se mezcla con el UDCO (1) y/o el DCO (2); y la composición de silicato y la por lo menos una composición enzimática se mezclan simultáneamente o secuencialmente en cualquier orden.

Los procesos de la invención descritos acá pueden ser para aumentar el OER, y/o para producir un aceite de palma refinado con contenido reducido de cantidad de 3-MCPD.

La invención en un aspecto se relaciona con el uso de una composición
5 enzimática para reducir 3-MCPD en un aceite de palma refinado, dicha composición enzimática comprende enzimas que son capaces de quebrar las paredes celulares de plantas, por ejemplo, material celulósico y/o hemicelulósico, para aumentar el rendimiento de extracción de aceite, y en particular el residuo de planta que permanece en las diferentes etapas del proceso de extracción de aceite (por
10 ejemplo, lodo, clarificador de desborde, fibras que forman parte de la porción sólida del DCO (2), sólido de decantador, mesocarpio, material fibroso fino).

Las enzimas descritas previamente son adecuadas para el uso de acuerdo con el presente aspecto de la invención.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención
15 suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar la por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato con un MPD, UDCO (1), DCO (2), clarificador de desborde (3), tanque de lodo de salida (4), sólido de decantador (5),
20 una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, seguido por desgomado, blanqueado y desodorización del aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención
suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una
25 composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un MPD, UDCO (1) y/o DCO (2), seguido

de desgomado, blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una
5 composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un UDCO (1), seguido de desgomado, blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

10 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un DCO (2), seguido de desgomado,
15 blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma
20 refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un MPD, seguido de desgomado, blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención
25 suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un MPD, UDCO (1) y DCO (2), seguido de

desgomado, blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una
5 composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un MPD y UDCO (1), seguido de desgomado, blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

10 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un MPD y DCO (2), seguido de desgomado,
15 blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la presente invención suministra un uso de por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato para reducir el contenido de 3-MCPD de un aceite de palma
20 refinado, dicho uso incluye mezclar por lo menos una composición enzimática y por lo menos una composición de silicato a un UDCO (1) y DCO (2), seguido de desgomado, blanqueado y desodorización de aceite de palma para obtener el aceite de palma refinado.

Una modalidad de la invención se relaciona con el uso de una composición
25 enzimática y una composición de silicato para el aumento de la tasa de extracción de aceite, u OER.

Una modalidad se relaciona con el uso de una composición enzimática y una composición de silicato para la reducción de 3MCPD.

La invención suministra la siguiente modalidad:

1. Un proceso para producir aceite de palma crudo a partir de racimos de fruto fresco, el proceso comprende los pasos de:

a) esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD;

5 b) presionar el MPD para producir UDCO (1);

c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir DCO (2) que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso;

10 d) clarificar el DCO (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3); y

e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3), produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido;

en donde una composición de silicato y por lo menos una enzima se mezclan con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3),
15 un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos para formar el aceite de palma crudo.

2. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde la por lo menos una composición de silicato y por lo menos una composición de enzima se mezclan
20 con el UDCO (1) del paso b).

3. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde la por lo menos una composición de silicato y la por lo menos una composición de enzima se mezclan con el DCO del paso c).

4. El proceso de acuerdo con la modalidad 1, en donde la fase acuosa
25 del DCO es entre 5% en peso y 70% en peso, preferiblemente 15% en peso a 35% en peso.

5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 1 a 4, en donde la composición de silicato y la por lo menos una composición de enzima se mezclan simultáneamente o secuencialmente en cualquier orden.

6. El proceso de acuerdo con la modalidad 5, con la condición que si la
5 composición de enzima es mezclada después de la composición de silicato, la composición de enzima es mezclada menos de 2 horas después que se mezcló la composición de silicato, tal como de 1 minuto a 2 horas después que se mezcló la composición de silicato, por ejemplo 1 minuto a 90 minutos, de 1 minuto a 75 minutos, de 1 minuto a 60 minutos, de 1 minuto a 40 minutos o de 1 minuto a 30
10 minutos.

7. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde por lo menos una composición de enzima se mezcla con el MPD, así como el UDCO (1) y/o el DCO (2) y la por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, así como el UDCO (1) y/o el DCO (2).

15 8. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde por lo menos una composición de enzima se mezcla con el MPD, y por lo menos una composición de silicato se mezcla con el UDCO y/o DCO.

9. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores, en donde por lo menos una composición de silicato se mezcla con el MPD, y por lo
20 menos una composición de enzima se mezcla con el UDCO y/o DCO.

10. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores 1 a 8, en donde el proceso es un proceso para mejorar OER.

11. Un proceso para producir aceite de palma refinado, el proceso comprende los pasos de:

- 25 a) esterilizar y trillar frutos de palma para producir MPD;
b) presionar el MPD para producir UDCO (1);

c) mezclar el UDCO (1) con agua de dilución para producir DCO (2) que contiene fase acuosa entre 5% en peso y 70% en peso y fase de aceite entre 30% en peso y 95% en peso;

d) clarificar el DCO (2) en un aceite de palma crudo, mesocarpio y clarificador de desborde (3);

e) recuperar el aceite de palma crudo del mesocarpio y el clarificador de desborde (3), produciendo sólido de decantador (5) y lodo diluido; y

f) desgomar, blanquear y desodorizar el aceite de palma crudo para producir aceite de palma refinado, por lo cual el contenido de 3-monocloropropanediol (3-MCPD) del aceite de palma refinado muestra una disminución de por lo menos 10%;

en donde por lo menos una composición de silicato y por lo menos una composición de enzima se mezclan con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), un tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), una pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

12. El proceso de acuerdo con la modalidad 11, en donde dicha enzima se mezcla con el UDCO (1) del paso b) y/o el DCO (2) del paso c).

13. El proceso de acuerdo con la modalidad 11, en donde dicha enzima se mezcla con el UDCO (1) del paso b).

14. El proceso de acuerdo con la modalidad 11, en donde dicha enzima se mezcla con el DCO (2) del paso c).

15. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores 11 a 14, en donde la por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasa, β -xilosidasa, endoglucanasa, exoglucasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa, proteasas, papaína o cualquier combinación de éstos.

16. El proceso de acuerdo con la modalidad 15, en donde la por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de celulasa, hemicelulasa, endo-1,4- β -xilanasa, β -xilosidasa endoglucanasa, exoglucasa, β -glucosidasa, celobiohidrolasa, alfa-arabinofuranosidasa, pectinasa o cualquier combinación de éstos.

17. El proceso de acuerdo con la modalidad 15 o 16, en donde la por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de celulasa, xilanasa, mananasa o cualquier combinación de éstas.

18. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 15 a 17, en donde la por lo menos una enzima se selecciona del grupo que consiste de xilanasa.

19. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades, en donde por lo menos una de dichas enzimas es una enzima termoestable.

20. El proceso de acuerdo con la modalidad 19, en donde la por lo menos una enzima comprende una enzima termoestable seleccionada del grupo que consiste de celulasa termoestable, hemicelulasa termoestable, endo-1,4- β -xilanasa termoestable, β -xilosidasa endoglucanasa termoestable, exoglucasa termoestable, β -glucosidasa termoestable, celobiohidrolasa termoestable, alfa-arabinofuranosidasa termoestable, pectinasa termoestable o cualquier combinación de éstas.

21. El proceso de acuerdo con la modalidad 20, en donde la por lo menos una enzima termoestable es una xilanasa termoestable.

22. El proceso de acuerdo con la modalidad 11, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato está entre 250 ppm a 10000 ppm en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

23. El proceso de acuerdo con la modalidad 22, en donde la concentración de la por lo menos una composición de silicato es preferiblemente entre 1000 ppm a 5000 ppm, más preferiblemente 1500 a 2500 ppm.

24. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 23, en donde la por lo menos una composición de silicato comprende silicio, agente alcalinizante y agua procesada.

25. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 24, en donde la concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango entre 40% en peso y 70% en peso.

26. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 24, en donde la concentración de silicio en la composición de silicato está en el rango entre 1% en peso y 10% en peso.

27. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 24, en donde la concentración de agente alcalinizante en una composición de silicato está en el rango entre 20% en peso y 59% en peso.

28. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 27, en donde la por lo menos una composición de silicato se mezcla en la forma de una solución acuosa a un rango de temperatura entre 40°C y 95°C.

29. El proceso de acuerdo con la modalidad 28, en donde el rango de temperatura es preferiblemente entre 65°C y 95°C y más preferiblemente, 80°C a 95°C.

30. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 29, en donde el tiempo de retención de la por lo menos una composición de silicato con el MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos, es entre 1 minuto y 8 horas.

31. El proceso de acuerdo con la modalidad 30, en donde el tiempo de retención es preferiblemente entre 30 minutos y 6 horas y más preferiblemente entre 45 minutos y 4 horas.

32. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 31, en donde el silicio de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración entre 0.0012% en peso y 0.006% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

33. El proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 31, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se mezcla en una concentración entre 0.03% en peso y 0.07% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

34. El proceso de acuerdo con la modalidad 33, en donde el agente alcalinizante de la por lo menos una composición de silicato se selecciona de un grupo que consiste de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o cualquier combinación de éstos.

35. El proceso de acuerdo con la modalidad 34, en donde el agente alcalinizante se selecciona del grupo que consiste de hidróxido de sodio.

36. EL proceso de acuerdo con cualquiera de las modalidades 22 a 31, en donde el agua procesada se mezcla en una concentración entre 0.11% en peso y 0.16% en peso del MPD, el UDCO (1), el DCO (2), el mesocarpio, el clarificador de desborde (3), el tanque de lodo de salida (4), el sólido de decantador (5), la pluralidad de corrientes de lodo (6) o cualquier combinación de éstos.

Se ha mostrado sorprendentemente que mezclar la composición enzimática y la composición de silicato de acuerdo con la presente invención con MPD, UDCO

y/o DCO lleva a OER aumentado, así como a la formación reducida de e-MCPD en la refinación de aceite de palma crudo.

Además, se han mostrado resultados sorprendentes que mezclar la composición de enzima y la composición de silicato de acuerdo con la presente
5 invención con DCO lleva a OER aumentado, así como a la formación reducida de 3-MCPD en la refinación del aceite de palma crudo.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

10 Evaluación sobre el uso de composición de silicato (dosificación a aceite de palma crudo diluido-DCO) en un molino de aceite de palma con capacidad de procesamiento de 60mt FFB procesado/hora sobre el incremento de OER y la reducción de 3-MCPD.

Racimos de frutos frescos (FFB) primero fueron esterilizados usando un
15 esterilizador horizontal convencional – esterilización de pico triple convencional con presión máxima de 3 bar (3×10^5 Pa). El FFB esterilizado luego se procedió a un medio de trillado doble convencional para la separación de los frutos sueltos de palma de aceite de los racimos, lo cual produjo la corriente MPD. La corriente MPD luego se procedió dentro del digestor para el proceso de digestión, por lo cual, el
20 periodo de digestión se mantuvo a 12 minutos a la temperatura de 90°C. El MPD digerido se presionó usando una prensa de doble tornillo lo que resultó en el UDCO, el cual fue diluido usando agua caliente para crear el DCO. La parte acuosa del aceite de palma crudo diluido se mantuvo en el rango de 25% a 35%, como fue evaluado usando la prueba de giro. La prueba de giro es un método para medir la
25 composición de DCO usando centrífuga con velocidad de 3500 rpm por 5 minutos.

El DCO se dividió en dos líneas idénticas en el molino de aceite de palma para evaluar el uso de la composición de silicato, con una línea que es usada como la línea de control y la otra fue adicionada con la composición de silicato. La

composición de silicato es aplicada por medio de bomba de dosificación y es inyectada después de la bomba de DCO.

La composición de silicato usada para las pruebas era una composición comercialmente disponible en forma diluida. La composición de silicato se refiere a una composición que consiste de silicio, agente alcalinizante y agua procesada. La concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango de 40% en peso a 70% en peso. La concentración de silicio en la composición de silicato es 1% en peso a 10% en peso. La concentración de agente alcalinizante en la composición de silicato está en el rango entre 20% en peso y 59% en peso.

Se utilizó un total de 20 muestras para las pruebas – 10 tratadas y 10 muestras de control.

La temperatura del tanque DCO se mantuvo en lo mejor posible a 90°C, sin embargo, la temperatura no es constante durante el proceso de molienda y generalmente se mueve entre 85°C y 95°C.

La bomba DCO se automatizó durante la evaluación para asegurar que ambas líneas recibieron la misma alimentación del tanque DCO.

Se utilizó un agitador a una velocidad de 5 rpm para mezclar homogéneamente la composición de silicato con el DCO.

El tiempo de retención para la reacción de DCO con las enzimas fue de 6 horas para los experimentos.

La relación del volumen de composición de silicato a composición de DCO es 2 litros: 1000 litros (0.002 m³: 1 m³).

Ambas líneas también fueron probadas en paralelo para asegurar que el desempeño fuera comparable antes de comenzar la prueba (según la siguiente

tabla)

No	Parámetros	Línea 1	Línea 2 (control)

		(con adición de la composición de silicato)	
1	Velocidad de agitador de clarificador	5 rpm	5 rpm
2	Altura de capa de aceite en clarificador	0.61 m (2 ft)	0.61 m (2 ft)
3	Temperatura de clarificador	90°C	90°C
4	Volumen de clarificador	120 mt	120 mt
5	Velocidad de decantador	2950 rpm	2950 rpm

La línea 1 (DCO) fue dosificada con la composición de silicato a una concentración de 2000 ppm en peso de DCO, mientras que la línea 2 fue la línea de control.

5 Los mismos parámetros y procedimientos como se describieron anteriormente, fueron utilizados a lo largo de la evaluación.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el desempeño de la composición de silicato:

$$Tasa\ de\ Recuperación\ de\ Aceite\ (ORR)_{1,2} = \frac{Volumen\ a\ POT}{Volumen\ a\ Clarificador}$$



10

$$Tasa\ de\ Extracción\ de\ Aceite\ (OER)_{1,2} = ORR_{1,2} \times \frac{DCO\ Total}{FFB\ Total}$$



Ganacia de OER = OER₁ – OER₂

Las mezclas se sometieron a desgomado, blanqueado y desodorización para producir aceite de palma refinado. Se recolectó una muestra para 3-monocloropropanediol (3-MCPD) en el desnatador de aceite clarificador para cada línea. Los resultados de 3-MCPD fueron obtenidos usando el método del Método Oficial Cd 29a-13 de la Sociedad Americana de Químicos de Aceite (AOCS).

El resumen de los resultados se muestra en la siguiente Tabla 1.

	% Incremento OER	% Reducción 3-MCPD
Min	0.46	19.18
Max	1.91	62.11
Promedio	1.17	20.07

Tabla 1

A partir de la tabla anterior se puede ver que las muestras tratadas con la composición de silicato llevaron a un incremento (promedio) de 1.17% en OER y a una reducción en la formación de 3-MCPD en el aceite refinado final (promedio: 20%).

Ejemplo 2

Evaluación sobre el uso de composición de enzima (dosificación en DCO) en un molino de aceite de palma con capacidad de procesamiento de 60mt FFB procesado/hora en el incremento de OER y reducción de 3-MCPD

Racimos de frutos frescos (FFB) primero fueron esterilizados usando un esterilizador horizontal convencional – esterilización de pico triple convencional con presión máxima de 3 bar (3 x 10⁵ Pa). El FFB esterilizado luego se procedió a un medio de trillado doble convencional para la separación de los frutos sueltos de palma de aceite de los racimos, lo cual produjo la corriente MPD. La corriente MPD

luego se procedió dentro del digestor para el proceso de digestión, por lo cual, el periodo de digestión se mantuvo a 12 minutos a la temperatura de 90°C. El MPD digerido se presionó usando una prensa de doble tornillo lo que resultó en el UDCO, el cual fue diluido usando agua caliente para crear el DCO. La parte acuosa del
5 aceite de palma crudo diluido se mantuvo en el rango de 25% a 35%, como fue evaluado usando la prueba de giro. La prueba de giro es un método para medir la composición de DCO usando centrífuga con velocidad de 3500 rpm por 5 minutos.

El DCO se dividió en dos líneas idénticas en el molino de aceite de palma para evaluar el uso de la composición de enzima, con una línea que es usada como la
10 línea de control y la otra fue adicionada con la composición de enzima.

Se utilizó un total de 20 muestras para las pruebas – 10 tratadas y 10 muestras de control.

La temperatura del tanque DCO se mantuvo en lo mejor posible a 90°C, sin embargo, la temperatura no es constante durante el proceso de molienda y
15 generalmente se mueve entre 85°C y 95°C.

La bomba DCO se automatizó durante la evaluación para asegurar que ambas líneas recibieron la misma alimentación del tanque DCO.

Se utilizó un agitador a una velocidad de 5 rpm para mezclar homogéneamente la composición de enzima con el DCO.

20 La tasa de flujo de ambas líneas fue monitoreada y se aseguró que la variación fuera no más de 2m³/día. La alimentación de composición para ambas líneas se analizó usando la prueba de giro la cual mostró que ambas líneas tuvieron composición y cantidad similar.

Ambas líneas también fueron probadas en paralelo para asegurar que el
25 desempeño fuera comparable antes de comenzar la prueba (según la siguiente tabla)

No	Parámetros	Línea 1	Línea 2
----	------------	---------	---------

		(con adición de la composición de enzima)	(control)
1	Velocidad de agitador de clarificador	5 rpm	5 rpm
2	Altura de capa de aceite en clarificador	0.61 m (2 ft)	0.61 m (2 ft)
3	Temperatura de clarificador	90°C	90°C
4	Volumen de clarificador	120 mt	120 mt
5	Velocidad de decantador	2950 rpm	2950 rpm

La línea 1 (DCO) fue dosificada con la composición de enzima a una concentración de 400 ppm en peso de DCO, mientras que la línea 2 fue la línea de control.

5 La temperatura de DCO para este experimento es 90°C, la tasa de dilución es 1:3 (enzima: agua caliente) o 18 litros/hora y el tiempo de retención para reacción de enzimas con el DCO es 6 horas. La composición de enzima fue clase complejo de hidrolasa comercialmente disponible en forma diluida (400 ppm) con la relación de dilución de 1:3 (composición de enzima: agua caliente). La relación del volumen

10 de composición de enzima a composición de DCO es 0.4 litros: 1000 litros (0.0004 m³: 1 m³). La composición de enzima fue además diluida con agua de molino en la relación de dilución de 1:4 (composición de enzima diluida: agua caliente).

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el OER:

$$Tasa\ de\ Recuperación\ de\ Aceite\ (ORR)_{1,2} = \frac{Volumen\ a\ POT}{Volumen\ a\ Clarificador}$$



Tasa de Extracción de Aceite (OER)_{1,2}

$$= ORR_{1,2} \times \frac{DCO\ Total}{FFB\ Total}$$



5 *Ganancia de OER* = *OER*₁ – *OER*₂

Las mezclas se sometieron a desgomado, blanqueado y desodorización para producir aceite de palma refinado. Se recolectó una muestra para 3-monocloropropanediol (3-MCPD) en el desnatador de aceite clarificador para cada línea. Los resultados de 3-MCPD fueron obtenidos usando el método del Método

10 Oficial Cd 29a-13 de la Sociedad Americana de Químicos de Aceite (AOCS).

El resumen de los resultados se muestra en la siguiente Tabla 2.

	% Incremento OER	% Reducción 3-MCPD
Min	0.71	4.12
Max	2.96	55.43
Promedio	1.86	20.63

Tabla 2

A partir de la tabla anterior se puede ver que las muestras tratadas con la composición de enzima llevaron a un incremento (promedio) de 1.86% en OER y a una reducción en la formación de 3-MCPD en el aceite refinado final (promedio: 21%).

Ejemplo 3

Evaluación sobre el uso combinado de composición de silicato y composición de enzima (dosificación en DCO) sobre el incremento de OER y reducción de 3-MCPD

La muestra de DCO fue obtenida de un molino de aceite de palma para estudiar el efecto combinado de utilizar composición de silicato y composición de enzima hacia OER y 3-MCPD.

La concentración de composición de enzima y composición de silicato usadas en este experimento es 400 ppm y 2000 ppm, respectivamente, como se describirá más adelante.

La composición de silicato usada para este experimento fue una composición comercialmente disponible en forma diluida. La composición de silicato se refiere a una composición que consiste de silicio, agente alcalinizante y agua procesada. La concentración del agua procesada en la composición de silicato está en el rango de 40% en peso a 70% en peso. La concentración de silicio en la composición de silicato es 1% en peso a 10% en peso. La concentración de agente alcalinizante en la composición de silicato es en el rango de 20% en peso a 59% en peso. La relación del volumen de la composición de silicato a composición de DCO es 2 litros: 1000 litros (0.002 m³: 1 m³). La composición de silicato es aplicada por medio de bomba de dosificación y es inyectada después de la bomba de DCO.

La composición de enzima era un complejo de celulasa comercialmente disponible en forma diluida (400 ppm con actividad de enzima de 1500 unidades de xilanasas) con la relación de dilución de 1: 3 (composición de enzima: agua caliente). La relación del volumen de composición de enzima a composición DCO es 0.4 litros: 1000 litros (0.0004 m³: 1 m³). La composición de enzima luego fue diluida más con agua de molino en la relación de dilución de 1: 4 (composición de enzima diluida: agua caliente).

Se utilizó un total de 10 muestras para las pruebas – 5 tratadas y 5 muestras de control.

La temperatura para este experimento se mantuvo a 90°C. La temperatura del tanque DCO se mantuvo lo mejor posible a 90°C, sin embargo, la temperatura no

es constante durante el proceso de molienda y generalmente se mueve entre 85°C y 95°C.

Se utilizó un agitador a la velocidad de 5 rpm para mezclar homogéneamente la composición de enzima y/o la composición de silicato con el DCO.

5 La composición de silicato y/o la composición de enzima se adicionó en varias combinaciones – ver Tabla 3.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el desempeño de la composición de silicato:

$$\begin{aligned} & \text{Tasa de Recuperación de Aceite (ORR)}_{1,2} \\ &= \frac{\text{Volumen a POT}}{\text{Volumen a Clarificador}} \end{aligned}$$



10

$$\begin{aligned} & \text{Tasa de Extracción de Aceite (OER)}_{1,2} \\ &= \text{ORR}_{1,2} \times \frac{\text{DCO Total}}{\text{FFB Total}} \end{aligned}$$



$$\text{Ganacia de OER} = \text{OER}_1 - \text{OER}_2$$

15 Las muestras se sometieron a desgomado, blanqueado y desodorización para producir aceite de palma refinado. Se recolectaron muestras para 3-MCPD en el desnatador de clarificador para cada línea. Los resultados de 3-MCPD fueron obtenidos usando el Método Oficial Cd 29a-13 de la Sociedad Americana de Químicos de Aceite (AOCS).

20 Los resultados se resumen en la Tabla 3.

	% Incremento OER	% Reducción 3-MCPD
Composición de silicato (tiempo de retención: 30 minutos)	1.07	19.3

Composición de enzima (tiempo de retención: 30 minutos)	1.80	20.2
Composición de enzima se mezcla primero con la composición DCO (1er tiempo de retención: 30 minutos) seguido por composición de silicato (2do tiempo de retención: 30 minutos)	3.00	23.4
Composición de enzima se mezcla primero con la composición DCO (1er tiempo de retención: 1 minuto) seguido por composición de silicato (2do tiempo de retención: 30 minutos)	2.70	25.4
Composición de silicato se mezcla primero con la composición DCO (1er tiempo de retención: 30 minutos) seguido por composición de enzima (2do tiempo de retención: 30 minutos)	1.80	19.2
Composición de silicato se mezcla primero con la composición DCO (1er tiempo de retención: 1 minuto) seguido por composición de enzima (2do tiempo de retención: 30 minutos)	2.40	19.5

Composición de silicato y composición de enzima se mezclan juntas antes que la solución se mezcle con la composición DCO (tiempo de retención: 30 minutos)	1.20	15.5
---	------	------

Tabla 3

A partir de la tabla se puede ver que ambas muestras tratadas con la composición de silicato y la composición de enzima llevaron individualmente a un incremento en % de OER y a una reducción en la formación de 3-MCPD en el aceite refinado final. Además, la composición de composición de silicato y composición de enzima lleva a un mayor efecto sobre el % de OER y los niveles de % de 3-MCPD.

Ejemplo 4

Evaluación sobre el uso de composición de silicato en mejora de extracción/recuperación de aceite con diferentes cantidades de dilución con agua al aceite crudo sin diluir (DCO)

1. Se recolectaron muestras UDCP de licor de prensa en el molino de aceite de palma *[El líquido de prensa es la mezcla de aceite, agua y sólido extraído del mesocarpio de palma]*
2. Las muestras se calentaron hasta 80°C y se homogenizaron antes de ser vertidas en 4 tubos Eppendorf separados de 50 ml.
3. Las muestras luego se homogenizaron usando agitador incubador con los siguientes parámetros, a 50°C:
 - a. Mezclado rápido: 100 rpm por 1 minuto
 - b. Mezclado lento: 10 – 30 rpm por 9 minutos
4. Luego, las mezclas fueron centrifugadas a 4000 rpm por 5 minutos.

5. Se calculó el porcentaje de composición para cada capa mediante medición visual [*Medición visual es la medición del aceite, agua y composición sólida en el tubo, medido mediante los ojos*]
6. Los pasos anteriores se repiten con adición de agua a UDCO a 10%, 20%, 30%, 40%, y 50% con y sin tratamiento de la composición de silicato anterior como se resume en la tabla a continuación. La composición de silicato utilizada es la misma de los Ejemplos 1 y 3.

Muestra	Descripción	Volumen de Agua (ml)	Tratamiento con Composición de Silicato	Volumen de silicato (2000ppm) (ml)
A0	0% de agua	-	Sí	0.1
B0	0% de agua	-	No	-
A1	10% de agua	5	Sí	0.1
B1	10% de agua	5	No	-
A2	20% de agua	10	Sí	0.1
B2	20% de agua	10	No	-
A3	30% de agua	15	Sí	0.1
B3	30% de agua	15	No	-
A4	40% de agua	20	Sí	0.1
B4	40% de agua	20	No	-
A5	50% de agua	25	Sí	0.1
B5	50% de agua	25	No	-

Los resultados se tabulan en las siguientes tablas

10 Replicación 1

Muestra	Lodo (%)	Agua (%)	Emulsión (%)	Aceite (%)
A0	35	25	10	30

B0	35	30	10	20
A1	30	30	10	20
B1	40	30	10	20
A2	30	25	10	35
B2	40	30	10	20
A3	30	30	5	35
B3	35	35	5	25
A4	30	40	5	25
B4	30	45	10	15
A5	25	45	10	20
B5	30	50	5	15

Replicación 2

Muestra	Lodo (%)	Agua (%)	Emulsión (%)	Aceite (%)
A0	35	30	15	20
B0	25	35	10	30
A1	35	35	10	20
B1	40	30	10	10
A2	30	35	10	25
B2	35	30	10	25
A3	30	35	5	30
B3	30	35	10	25
A4	30	4	5	25
B4	35	45	5	15
A5	30	40	5	15
B5	30	50	10	10

Replicación 2

Muestra	Lodo (%)	Agua (%)	Emulsión (%)	Aceite (%)
A0	35	30	10	30
B0	30	30	15	25
A1	35	30	5	30
B1	40	30	10	20
A2	30	35	5	30
B2	40	30	10	20
A3	35	30	5	30
B3	35	30	10	25
A4	30	40	5	25
B4	30	45	10	15
A5	25	50	5	20
B5	30	50	5	15

Replicación 4

Muestra	Lodo (%)	Agua (%)	Emulsión (%)	Aceite (%)
A0	35	28	12	27
B0	30	32	12	25
A1	33	32	8	23
B1	40	30	10	17
A2	30	32	8	30
B2	38	30	8	22
A3	32	32	5	32
B3	33	33	8	25
A4	30	40	5	25
B4	32	45	8	15

A5	27	45	7	18
B5	30	50	7	13

El análisis estadístico con Anova de doble vía muestra que hay un efecto significativo de la composición de silicato y agua de dilución para recuperación de aceite – mostrado en la **Figura 6**.

5 Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el OER:

UDCO = 42% a FFB

OER = Aceite Total x 0.42 x 0.899 / (100 – agua de dilución)

Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Muestra	OER (%)
A0	10.10
B0	9.44
A1	9.75
B1	7.03
A2	14.16
B2	10.27
A3	17.13
B3	13.49
A4	15.73
B4	9.44
A5	13.78
B5	10.01

Tabla 4

10 A partir de la tabla se puede ver que las muestras tratadas con la composición de silicato llevan a un aumento en % de OER.

Ejemplo 5

Evaluación sobre el uso de composición de silicato en la mejora de extracción/recuperación de aceite en aceite de palma crudo diluido (DCO)

1. Se tomaron muestras de aceite de palma crudo diluido (DCO) del molino de aceite de palma y se calentaron hasta 80°C y se homogenizaron completamente antes de ser vertidas en tubos Eppendorf de 50 ml.
2. Las muestras luego fueron homogenizadas usando agitador incubador con los siguientes parámetros a 50°C:

a. Mezclado rápido: 100 rpm por 1 minuto

b. Mezclado lento: 10 – 30 rpm por 9 minutos
3. Las muestras luego fueron centrifugadas a 4000 rpm por 5 minutos
4. Se calculó el porcentaje de composición para cada capa mediante medición visual.
5. Los experimentos luego se replicaron por seis (6) veces más.
6. Los pasos anteriores también se repitieron para pruebas con silicato de 2000 ppm v/v (0.1 ml). La composición de silicato usada es la misma de los Ejemplos 1 y 3.
7. Se repitieron los pasos 2 – 5, excepto para el paso 2 para obtener datos para 'Control'.
8. Los resultados se resumen a continuación:

Replicación	Composición (%)											
	Control, C						Silicato					
	Antes			Después			Antes			Después		
	Aceite	Agua	Lodo	Aceite	Agua	Lodo	Aceite	Agua	Lodo	Aceite	Agua	Lodo
X1	24	40	36	24	38	38	26	38	36	28	38	34
X2	22	38	40	22	40	38	26	38	36	28	34	38
X3	22	38	40	22	40	38	24	38	38	26	38	36
X4	30	40	30	26	40	34	30	40	30	34	34	32
X5	30	40	30	24	36	40	30	40	30	38	38	28

X6	30	40	30	30	42	28	30	40	30	34	40	26
Promedio	26.33	39.33	34.33	24.67	39.33	36.00	27.67	39.00	33.33	31.33	37.00	32.33

Prueba T: Dos Muestras Emparejadas para Media		
	Variable 1	Variable 2
Media	27.67	31.33
Variación	7.07	21.87
Observaciones	6	6
Correlación de Pearson	0.94	
Diferencia Media Hipotetizado	0	
Df	5	
T estadística	-3.84	
P(T<=t) una cola	0.01	
T Crítico una cola	2.02	
P(T<=t) dos colas	0.01	
T Crítico dos colas	2.57	

Prueba T (un tipo de estadística inferencial usada para determinar su hay una diferencia significativa) en composición de aceite antes y después de silicato muestra mejora significativa de recuperación de aceite con el tratamiento de silicato.

Por favor referirse a la **Figura 7**.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el OER y los resultados:

DCO = 60% a FFB

Pérdida de aceite en pozo de lodo = 0.5% a FFB

OER = Contenido total de aceite en DCO (% en base húmeda) x 0.6 – 0.5%

Los resultados se resumen en la Tabla 5.

% OER (Control)	% OER (Silicato)	Incremento % OER
-----------------	------------------	------------------

16.1	18.3	2.2
------	------	-----

Tabla 5

A partir de la tabla se puede ver que las muestras tratadas con la composición de silicato llevan a un aumento en % de OER.

Ejemplo 6

Evaluación sobre el uso de composición de silicato en mejora de extracción/recuperación de aceite en lodo recuperado a partir de aceite de palma crudo sin diluir (UDCO)

1. Se recolectaron muestras UDCO del molino de aceite de palma y se calentaron hasta 80°C.
2. Las muestras luego fueron vertidas en tubos de centrifuga para centrifugación a la velocidad de centrifugación a 4000 rpm por 5 minutos
3. La capa de aceite luego fue removida y se recuperó el contenido de agua y sólido en los tubos.
4. Se pasos anteriores se repitieron hasta obtener una muestra de aproximadamente 2000 mL.
5. Las muestras de lodo luego fueron mezcladas homogéneamente y se calentaron a 80°C.
6. 40 ml de las muestras luego se vertieron en 6 tubos Eppendorf diferentes de 50 mL.
7. 3 de las muestras fueron adicionadas con 500 ppm de silicato (0.02 ml) y las 3 restantes sin ninguna adición de silicato. La composición de silicato usada es la misma de los Ejemplos 1 y 3.
8. Todas las 6 muestras fueron homogenizadas usando agitador incubador con los siguientes parámetros a 50°C:
 - Mezclado rápido: 100 rpm por 1 minuto
 - Mezclado lento: 10 – 30 rpm por 9 minutos

9. Las mezclas luego fueron centrifugadas a 4000 rpm por 5 minutos.
10. El porcentaje de la composición para cada capa fue calculado mediante medición visual.
11. Los experimentos luego se replicaron por unas 2 veces más.
- 5 12. Los pasos 5-11 anteriores se repitieron para diferentes dosis de silicato a 1000 ppm, 2000 ppm y 3000 ppm como se muestra en la siguiente tabla.

Concentración de silicato (ppm)	Dosis de composición de silicato (mL) para cada tubo	Dosis total de composición de silicato (mL)	Volumen de lodo (mL) para cada tubo	Volumen total de lodo (mL)
500	0.02	0.06	40	120
1000	0.04	0.12	40	120
2000	0.08	0.24	40	120
3000	0.12	0.36	40	120

Los resultados se muestran a continuación:

Nombre de Muestra		Composición (%)					
		Antes			Después		
		Aceite	Agua	Lodo	Aceite	Agua	Lodo
Control	C1.1	3.33	25.83	70.83	3.33	25.83	70.83
	C1.2	3.33	27.50	69.17	3.33	27.50	69.17
Silicato (500ppm)	S1.1	5.00	27.50	67.50	5.00	27.50	67.50
	S1.2	5.00	25.00	70.00	5.00	32.50	62.50

Nombre de Muestra		Composición (%)					
		Antes			Después		
		Aceite	Agua	Lodo	Aceite	Agua	Lodo

Control	C2.1	4.17	35.00	60.83	4.17	35.00	60.83
	C2.2	5.00	32.50	62.50	5.00	32.50	62.50
Silicato (1000ppm)	S2.1	5.00	27.50	67.50	5.83	30.00	64.17
	S2.2	4.17	29.17	66.66	5.00	29.17	65.83

Nombre de Muestra		Composición (%)					
		Antes			Después		
		Aceite	Agua	Lodo	Aceite	Agua	Lodo
Control	C3.1	3.33	34.17	62.50	3.33	34.17	62.50
	C3.2	4.17	22.50	73.33	4.17	22.50	73.33
Silicato (2000ppm)	S3.1	4.17	33.33	62.50	5.83	35.00	59.17
	S3.2	3.33	30.83	65.83	5.00	33.33	61.67

Nombre de Muestra		Composición (%)					
		Antes			Después		
		Aceite	Agua	Lodo	Aceite	Agua	Lodo
Control	C4.1	4.17	25.83	70.00	4.17	25.83	70.00
	C4.2	5.00	20.83	74.17	5.00	20.83	74.17
Silicato (3000ppm)	S4.1	5.00	20.00	75.00	6.67	30.00	63.33
	S4.2	5.00	20.00	75.00	6.67	25.83	67.50

El análisis estadístico muestra que hay un efecto significativo del silicato en la recuperación de aceite en comparación con el control.

Referirse a la **Figura 8**.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el OER:

UDCO = 42% a FFB

Lodo en UDCO = 65%

Lodo en UDCO = 65 x 0.42 = 27.3% a FFB

Aceite en lodo, OER = Contenido de aceite x 0.273 x 0.899 a FFB

Los resultados se resumen en la Tabla 6.

Dosis de Silicato	% OER (antes)	% OER (después)	Aumento % OER
500	1.23	1.23	0.00
1000	1.13	1.33	0.20
2000	0.92	1.33	0.41
3000	1.23	1.43	0.20

Tabla 6

Ejemplo 7

Evaluación de la dosis de composición de silicato en la mejora de
5 extracción/recuperación de aceite en lodo recuperado a partir de aceite de palma
crudo sin diluir (UDCO)

1. Se recolectaron muestras UDCO del molino de aceite de palma y se calentaron hasta 80°C.
2. Las muestras se vertieron en tubos centrífugos para centrifugación a la
10 velocidad de centrifugación de 4000 rpm por 5 minutos.
3. Las capas de aceite y agua se removieron pero el contenido de sólido se recuperó en los tubos.
4. Los pasos anteriores se repitieron hasta obtener muestras de aproximadamente 2000 mL.
- 15 5. Se adicionó 10% (v/v) de agua a las muestras de lodo y se mezclaron homogéneamente a 80°C a la velocidad de agitación de 100 rpm por 2 minutos.
6. Luego se adicionaron 1000 ppm (v/v) de composición de silicato en las mismas muestras a 80°C y se homogenizaron con la velocidad de agitación de 20 rpm
20 por 8 minutos.
7. 50 ml de las muestras se vertieron en tubos Eppendorf de 50 mL.
8. Las muestras luego fueron centrifugadas a 4000 rpm por 5 minutos.
9. Se recuperó la parte de aceite y agua y se secó y se cuantificó el aceite.

10. Luego, el lodo se sometió a análisis de contenido de aceite usando solvente hexano.
11. Los experimentos se replicaron por 6 veces.
12. Los pasos 5-11 se repitieron para diferentes dosis de composición de silicato a 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm y 5000 ppm. La composición de silicato usada es la misma de los Ejemplos 1 y 3.

Los resultados se resumen a continuación:

% Contenido de aceite en lodo (peso de aceite/peso de lodo)																				
Dosis (ppm)	Prueba 1			Prueba 2			Prueba 3			Prueba 4			Prueba 5			Prueba 6			Promedio	SD
0	12.01	10.95	10.00	8.01	8.34	8.08	7.89	8.00	7.71	6.87	6.51	7.38	6.29	6.17	6.22	9.11	9.23	9.22	8.22	1.55
1000	9.98	15.48	11.81	6.77	6.89	6.13	7.22	6.59	6.83	7.14	6.46	7.29	9.31	6.02	6.28	9.22	9.34	9.21	8.22	2.30
2000	9.77	9.90	6.23	10.13	8.55	9.25	6.14	6.11	6.27	7.91	7.84	8.16	6.30	6.35	6.08	9.22	9.13	9.63	7.94	1.47
3000	10.02	9.98	9.23	5.79	5.97	7.13	7.32	9.47	7.87	6.61	6.46	6.25	7.01	7.00	7.34	10.26	9.77	9.62	7.95	1.50
5000	9.58	9.67	9.97	4.23	5.99	3.98	11.25	10.81	10.80	6.61	7.28	5.98	5.77	6.01	5.38	9.48	9.74	9.63	7.90	2.29

Peso de aceite en lodo (g)																				
Dosis (ppm)	Prueba 1			Prueba 2			Prueba 3			Prueba 4			Prueba 5			Prueba 6			Promedio	SD
0	4.93	3.96	3.63	3.10	3.27	3.05	2.74	2.67	2.71	2.34	2.24	2.57	2.12	2.10	2.09	3.17	3.22	3.19	2.95	0.69
1000	3.64	5.47	4.28	2.39	2.31	2.02	2.57	2.29	2.40	2.50	2.23	2.58	3.18	2.03	2.12	3.24	3.17	3.22	2.87	0.85
2000	3.58	3.62	2.46	3.41	2.85	3.29	2.11	2.24	2.21	2.81	2.82	2.85	2.13	2.19	2.04	3.24	3.22	3.40	2.80	0.53
3000	3.52	3.62	3.53	2.08	2.15	2.50	2.62	3.30	2.70	2.29	2.21	2.16	2.41	2.41	2.54	3.41	3.27	3.26	2.78	0.52
5000	3.52	3.55	3.73	1.51	2.19	1.43	3.86	3.68	3.68	2.26	2.44	2.04	1.89	1.98	1.81	3.14	3.33	3.20	2.73	0.81

% Aceite recuperado (peso de aceite/peso de muestra)																				
Dosis (ppm)	Prueba 1			Prueba 2			Prueba 3			Prueba 4			Prueba 5			Prueba 6			Promedio	SD
0	0.86	1.30	1.63	0.38	0.30	0.70	1.38	1.61	1.50	1.39	1.28	1.26	1.39	1.36	1.48	1.29	1.30	1.60	1.22	0.38
1000	0.96	0.96	0.97	1.30	1.57	1.47	1.27	1.39	1.41	1.16	1.18	1.95	1.39	1.56	1.51	1.54	1.79	1.79	1.40	0.27
2000	1.15	1.02	1.34	1.36	1.43	1.29	1.47	1.24	1.39	1.14	1.04	1.24	1.45	1.39	1.39	1.27	1.38	1.33	1.30	0.13
3000	1.08	1.39	1.42	1.05	1.01	1.14	1.41	1.39	1.48	1.18	1.28	1.31	1.24	1.17	1.37	1.64	1.69	1.44	1.32	0.18
5000	0.86	0.87	0.80	1.14	1.28	1.22	2.22	2.27	2.05	1.43	1.45	1.39	1.54	1.60	1.33	1.70	1.56	1.48	1.48	0.41

10

Peso de aceite recuperado (g)																				
Dosis (ppm)	Prueba 1			Prueba 2			Prueba 3			Prueba 4			Prueba 5			Prueba 6			Promedio	SD
0	0.39	0.54	0.69	0.15	0.12	0.28	0.56	0.65	0.62	0.56	0.52	0.51	0.55	0.55	0.60	0.51	0.52	0.65	0.50	0.15

1000	0.40	0.38	0.40	0.54	0.64	0.58	0.52	0.57	0.59	0.47	0.47	0.79	0.56	0.63	0.61	0.62	0.71	0.73	0.57	0.11
2000	0.49	0.43	0.57	0.55	0.58	0.51	0.60	0.53	0.58	0.46	0.42	0.50	0.58	0.56	0.56	0.52	0.56	0.54	0.53	0.05
3000	0.44	0.59	0.61	0.43	0.41	0.46	0.60	0.57	0.60	0.47	0.51	0.53	0.50	0.46	0.56	0.66	0.68	0.58	0.54	0.08
5000	0.35	0.35	0.33	0.46	0.53	0.49	0.89	0.93	0.83	0.58	0.58	0.56	0.61	0.64	0.53	0.68	0.63	0.75	0.60	0.16

Referirse a las **Figuras 9 y 10**.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el OER:

UDCO = 42% a FFB

5 Lodo en UDCO = 65%

Lodo en UDCO = 65 x 0.42 = 27.3% a FFB

Aceite en lodo, OER = Contenido de aceite x 0.273 a FFB

Los resultados se resumen en la Tabla 7.

Dosis (ppm)	% OER	% Min	% Max	% Aumento OER
0	0.33	0.08	0.45	0.00
1000	0.38	0.26	0.53	0.05
2000	0.35	0.28	0.40	0.02
3000	0.36	0.28	0.46	0.03
5000	0.40	0.22	0.62	0.07

Tabla 7

10 Los resultados mostraron que hay reducción de aceite en el lodo después del tratamiento con composición de silicato. Adicionalmente, también se recupera más aceite de la muestra.



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2020/0012416
Recibo: 23-164914
Fecha: 04/04/2023

CASTELLANOS & CO
NI: 8.001.746.411
Pago PSE No: 811039
CUS: 2008109237

Patente PCT
PROCESO PARA PRODUCIR ACEITE DE PALMA CRUDO

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-01	Solicitud examen de patentabilidad Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 1,325,500	\$ 1,325,500
2	50005-01-03	Modificaciones / Correcciones al registro Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 196,000	\$ 196,000
TOTAL					\$ 1,521,500