

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 827 286**

(51) Int. Cl.:

C10G 3/00 (2006.01)

C10G 11/18 (2006.01)

C11C 3/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2008 E 08252144 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2020 EP 2009079**

(54) Título: **Proceso de craqueo catalítico para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas**

(30) Prioridad:

21.06.2007 BR PI0702541

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

20.05.2021

(73) Titular/es:

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS (100.0%)

**Avenida Republica do Chile, 65
Rio de Janeiro, BR**

(72) Inventor/es:

**SILVA, MAURO;
PINHO, ANDREA DE REZENDE;
HUZIWARA, WILSON KENZO;
NETO, AMÍLCAR PEREIRA DA SILVA;
KHALIL, CARLOS NAGIB;
CABRAL, JÚLIO AMÍLCAR RAMOS;
LEITE, LUCIA CRISTINA FERREIRA;
CASAVECHIA, LUIZ CARLOS y
SILVA, RAUL DE CARVALHO**

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 827 286 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso de craqueo catalítico para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un proceso termocatalítico para la producción de aceite diésel empleando una materia prima de origen vegetal. Más específicamente, la presente invención se refiere a la producción de aceite biodiésel utilizando como tal materia prima de origen vegetal una carga de semillas de plantas oleaginosas, que se procesa en un reactor de craqueo catalítico en lecho fluido (FCC en inglés).

Antecedentes de la invención

Desde mediados del siglo pasado, numerosas investigaciones han buscado tecnologías alternativas para la 15 producción de combustibles a partir de fuentes renovables o desechos industriales.

La transesterificación o la alcohólisis surgió como un procedimiento significativamente ventajoso para hacer viable la obtención de combustibles a partir de triglicéridos, por ejemplo, aquellos presentes en los aceites vegetales.

20 Sin embargo, la transesterificación con metanol o etanol presenta problemas. La necesidad de transportar y manipular grandes cantidades de los dichos productos para consumo requiere una inversión excesivamente alta en la construcción y el mantenimiento de plantas seguras, principalmente debido a los altos riesgos de intoxicación e incendio. Además, la quema de combustible producido a través de la transesterificación alcohólica de triglicéridos genera cantidades considerables de formaldehído, acroleína y benceno que, además de ser contaminantes, causan 25 daños a los pistones y los motores.

En las unidades de FCC, la dificultad de producir aceite diésel de buena calidad a partir de aceites vegetales mezclados con la carga convencional surge de las temperaturas de reacción muy altas, nunca inferiores a 490 °C. Además, el volumen de aceite vegetal disponible para la producción de aceite diésel es muy pequeño en relación con el volumen 30 de gasóleo actualmente procesado. En comparación con el proceso de transesterificación, el alto coste de inversión hace que la construcción de una FCCU (unidad de FCC) para el procesamiento exclusivo de aceite vegetal resulte inviable. No obstante, esta vía alternativa para la producción de diésel basada en la utilización de semillas de plantas oleaginosas se podría implementar en una refinería cuya FCCU posea al menos dos reactores ya existentes.

35 Técnica relacionada

Se han de hallar estudios publicados en la literatura sobre el procesamiento de aceites vegetales en unidades de craqueo catalítico (véase, por ejemplo, Dupain y col., Applied Catalysis B: Environmental, 2007, 72, 44-61). En dichos estudios, tal aceite vegetal siempre se alimenta junto con la carga de FCC procesada en refinería convencional, el 40 gasóleo pesado o los residuos, es decir, el aceite vegetal se coalimenta junto con la carga de FCC convencional (coalimentación). Sin embargo, las condiciones adecuadas para el procesamiento de gasóleo o residuos son muy diferentes de aquellas requeridas para la generación de aceite diésel de buena calidad a partir de aceites vegetales. En el procesamiento de gasóleo pesado, se emplean temperaturas de reacción nunca inferiores a 490 °C para evitar 45 la generación de una gran cantidad de productos no deseables, tales como el aceite combustible. Las bajas temperaturas reducen la incidencia de las reacciones de craqueo catalítico y la consecución de la vaporización total de la carga en la parte inicial del reactor mencionado anteriormente. En caso de que no se vaporice una carga en la parte inicial de un reactor del tipo de flujo ascendente (columna de subida), se producirá una gran proporción de las reacciones en donde la superficie del catalizador se bloquea sustancialmente mediante una carga todavía líquida, lo que perjudica a la selectividad de las reacciones.

50 Aunque el aceite vegetal procesado a temperaturas que superan los 490 °C no produce aceite diésel de calidad adecuada, no obstante, en tales condiciones, la gasolina que se genera es de calidad muy alta porque esta está libre de azufre y es altamente aromática. Por otro lado, los productos generados en la banda diésel son igualmente aromáticos, por lo que tienen un índice de cetano bajo y no son adecuados para su uso como diésel, debido a que el excesivo craqueo catalítico provocado por las condiciones operativas muy rigurosas favorece una gran cantidad de 55 reacciones de transferencia de hidrógeno, generando productos aromáticos. Por consiguiente, se genera una gran cantidad de productos aromáticos, incluso en caso de que la carga de materia prima de origen vegetal esté libre de tales compuestos.

60 Es decir, si, por un lado, el procesamiento a temperaturas que superan los 490 °C disminuye la formación de aceite combustible, un producto de valor añadido bajo, por otro lado, este favorece una gran cantidad de reacciones de transferencia de hidrógeno que dan como resultado una cantidad significativa de compuestos aromáticos, aunque el aceite vegetal empleado como carga de alimentación esté libre de tales compuestos. No obstante, el aceite diésel producido a altas temperaturas de reacción no es de buena calidad, ya que tiene un índice de cetano muy bajo. Las 65 temperaturas bajas no vaporizan por completo la carga en los reactores de FCC. Cuando la carga no se vaporiza por completo inmediatamente después de la entrada de alimentación al reactor, la selectividad catalítica disminuye y los

poros del catalizador se bloquean sustancialmente. Como consecuencia, una gran proporción de las reacciones tienen lugar sobre la superficie de las partículas del catalizador porque la carga en la fase líquida no logra difundirse a través de los microporos de dicho catalizador y alcanzar los sitios activos.

- 5 La patente PI 8304794-8, concedida a Petróleo Brasileiro S/A PETROBRAS, enseña la manera de producir gasolina de alto octanaje en los FCC, sin embargo, esta no menciona la manera de producir productos de calidad adecuada en la banda diésel. En dicha patente, la coalimentación de aceite vegetal junto con la carga convencional evita que el aceite vegetal se procese a temperaturas de reacción adecuadas inferiores a 490 °C. Si se emplearan tales temperaturas, no se convertirían fracciones significativas de la carga convencional, el gasóleo pesado o los residuos, 10 produciendo una cantidad significativa de aceite combustible, un producto no deseable que tiene un valor añadido bajo.

La solicitud de patente "Catalytic Cracking Process for production of diesel from vegetable oils" (PI 0502577-0 y US 2007/007176) de Petrobras describe la invención de un FCC que posee al menos dos reactores, del tipo de flujo ascendente (columna de subida) o del tipo de flujo descendente (corriente de bajada), en donde al menos uno de tales reactores opera en condiciones convencionales adecuadas para el procesamiento de gasóleo pesado o residuos, mientras que al menos uno de tales reactores restantes opera procesando aceites vegetales a temperaturas de reacción bajas, adecuadas para la producción de diésel a partir de aceites vegetales.

- 20 Sin embargo, la producción de diésel a partir de aceites vegetales en una unidad de reactor de FCC separada, aunque implica una menor inversión en comparación con las unidades de transesterificación, dado que esta consiste únicamente en la adición de un reactor de columna de subida o corriente de bajada adicional, presenta la desventaja de un mayor coste operativo que se deriva del alto coste de la materia prima en el caso de los aceites vegetales, en 25 comparación con los bajos costes derivados de la utilización de una carga vegetal preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas.

La solicitud de patente de Petrobras "Process for Production of Biodiesel" (PI 0105888-6 y US 2005/011112) describe la invención de un proceso integrado para la producción de biodiésel a partir de semillas de plantas oleaginosas, preferentemente semillas de ricino, promoviendo tal proceso una reacción de transesterificación en donde las propias 30 semillas reaccionan con etanol anhidro en presencia de un catalizador alcalino para generar ésteres de etilo.

El documento WO 00/72953 desvela un método para la producción de un tensioactivo o emulsionante orgánico en donde se modifica químicamente un aceite o una grasa refinada. El documento US 2006/155138 desvela un método para la producción de ésteres de alquilo de ácido graso que implica la transesterificación de una carga de alimentación 35 que contiene ácidos grasos ligados a lípidos.

Aunque la producción de biodiésel mediante el proceso de transesterificación implica la construcción de una unidad completa, que tiene las fases de secado de semillas, trituración de semillas, reacción del aceite contenido en tales 40 semillas con el alcohol en presencia de un catalizador, separación del licor de la torta, recuperación del alcohol residual, separación de la glicerina formada en la reacción y mejora del biodiésel, supone grandes inversiones y altos costes operativos.

De esta manera, la presente invención, mediante la utilización de semillas de plantas oleaginosas como materia prima en un reactor de columna de subida o de corriente de bajada separado en unidades de FCC existentes, favorece la 45 producción de diésel a partir de materia prima de origen vegetal, por consiguiente, a partir de una fuente renovable, teniendo menores costes de operación en comparación con la materia prima de aceite vegetal y menor inversión en comparación con las unidades para la producción de biodiésel mediante la vía de transesterificación.

Por consiguiente, la presente invención combina lo mejor de las tecnologías de las solicitudes mencionadas 50 anteriormente (PI 0502577-0 y PI 0105888-6).

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un proceso para el craqueo catalítico en lecho fluido (FCC) que tiene al menos dos 55 reactores (columna de subida o corriente de bajada), en donde al menos uno de dichos reactores opera en condiciones convencionales adecuadas para el procesamiento de gasóleo pesado o residuos a temperaturas que superan los 490 °C, mientras que al menos uno de los reactores restantes opera a temperaturas de reacción en la banda de 250 °C a 490 °C, preferentemente entre 350 °C y 400 °C, adecuadas para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas, comprendiendo dicho proceso las fases de:

- 60 a) atomizar cargas calentadas previamente (A, B);
 b) introducir dicha carga de gasóleo o de residuo (A) en un primer reactor de FCC (1) que opera en condiciones de reacción de temperaturas entre 490 °C y 650 °C, un tiempo de contacto entre carga y catalizador de 2 a 8 segundos y una relación de catalizador/gasóleo de 4 a 10;

c) introducir dicha carga de origen vegetal (B) preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas en al menos uno de los restantes reactores de FCC (2) que opera a temperaturas de reacción en la banda de 250 °C a 490 °C, un tiempo de contacto entre carga y catalizador de 0,5 a 2 segundos y una relación de catalizador/carga de semillas de plantas oleaginosas de 1 a 4; y

- 5 d) obtener un biodiésel que tiene un índice de cetano superior a 40,

en donde las semillas de plantas oleaginosas se alimentan junto con un fluido líquido, que es agua, a una trituradora, bombeándose la mezcla de semillas y agua, a continuación, al reactor de FCC.

10 Dichos reactores de columna de subida de FCC pueden operar a diferentes temperaturas de reacción de manera independiente. Por consiguiente, la rigurosidad de la reacción aplicada a cada columna de subida puede ser completamente diferente, ajustándose al objetivo operativo previsto y haciendo posible la producción de diésel a partir del procesamiento de una carga de origen vegetal, tal como es el caso de las semillas de plantas oleaginosas, objeto de la presente invención.

15 Para este fin, en la presente invención, tales semillas de plantas oleaginosas se alimentan junto con un fluido líquido, que es agua, a una trituradora, bombeándose la mezcla de semillas y agua, a continuación, a la columna de subida o corriente de bajada de FCC.

20 Con respecto al proceso convencional para la producción de biodiésel mediante transesterificación, la presente invención ofrece la ventaja adicional de no requerir alcohol para la generación de productos en la banda diésel y no generar subproductos, tales como la glicerina. De esta manera, se superan las dificultades logísticas del transporte de alcohol a pequeñas unidades de transesterificación, junto con el transporte de la glicerina y del propio biodiésel producido a partir de tales unidades hasta las bases de distribución.

Breve descripción del dibujo

30 La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo de una unidad de FCC que tiene dos reactores de FCC (1, 2) que operan con el mismo catalizador. Las cargas (A, B) que alimentan tales reactores pueden ser idénticas o diferentes. Los reactores 1 y 2 pueden ser del tipo de flujo ascendente, columna de subida, o del tipo de flujo descendente, corriente de bajada.

Descripción detallada de la invención

35 El objetivo principal de la presente invención es la producción de biodiésel utilizando una carga vegetal preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas que se somete a un proceso de craqueo catalítico en lecho fluido, o FCC, para la producción del dicho biodiésel.

40 La presente invención representa un proceso de craqueo en lecho fluido para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas, preferentemente semillas de ricino, siendo estas trituradas con un fluido líquido, que es agua, y bombeándose, a continuación, al reactor de columna de subida o corriente de bajada separado.

45 La presente invención define la utilización de uno de tales reactores para el procesamiento de cargas de FCC convencionales, generando productos deseables, tales como gasolina, propeno y otras olefinas ligeras, que se pueden maximizar en tal reactor que opera en condiciones convencionales a temperaturas de reacción que superan los 490 °C, mientras que las semillas de plantas oleaginosas, preferentemente semillas de ricino, trituradas con un fluido líquido, que es agua, se pueden procesar en un segundo reactor paralelo a temperaturas inferiores a 490 °C, generando productos que tienen características de aceite diésel de baja aromaticidad adecuados para su uso en motores diésel.

50 El procesamiento de aceites vegetales en una segunda columna de subida es económicamente mucho más atractivo, ya que únicamente requiere la instalación de una segunda columna de subida y el fraccionamiento por separado en un FCC ya existente.

55 Operacionalmente, las temperaturas de reacción simplemente inferiores a 490 °C son adecuadas para la producción de aceite diésel a partir de aceites vegetales.

60 El coste de la construcción de una unidad de FCC que tiene una columna de subida individual para la operación a temperaturas inferiores a 490 °C es muy alto en comparación con el proceso convencional de producción de diésel a partir de aceites vegetales, es decir, la transesterificación. Resulta evidente que los pequeños volúmenes de aceites vegetales procesados para la producción de diésel, en comparación con los volúmenes que normalmente se procesan en las refinerías, conducen a que el atractivo económico de la construcción de una unidad de FCC totalmente nueva sea muy pequeño.

65 La presente invención representa un proceso para la producción de diésel que tiene un índice de cetano alto (superior a 40) en unidades de craqueo catalítico en lecho fluido en donde una carga de trabajo calentada previamente se coloca en contacto con un catalizador con el fin de iniciar las reacciones de craqueo catalítico en un reactor de columna de

subida o de corriente de bajada, separándose los productos del craqueo, regenerándose el catalizador para eliminar el coque y transportándose de vuelta al inicio del reactor para reiniciar el craqueo.

En términos comparativos, el aceite diésel obtenido a partir del procesamiento de una carga de origen vegetal preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas en condiciones operativas de FCC moderadas ($CN = 40,7$) es de calidad muy superior al aceite diésel obtenido a partir del procesamiento de gasóleo en condiciones operativas de FCC convencionales ($CN < 19$) y este se puede utilizar en mezclas para maximizar el valor del producto.

Método de realización preferido

Con el fin de facilitar la comprensión de la presente invención, esta se describirá con referencia a la Figura 1 que se adjunta a la presente memoria descriptiva y que forma parte integral de la misma.

La presente invención comprende un proceso de craqueo termocatalítico para la producción de aceite diésel a partir de aceites vegetales en refinerías que poseen al menos dos reactores de FCC, representados de manera simplemente ilustrativa en la presente invención mediante (1, 2).

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo operativo de una unidad de FCC que procesa, respectivamente, una carga de gasóleo (A) y una carga de origen vegetal (B) preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas, en dos reactores de FCC (1, 2) distintos alimentados simultáneamente con el mismo catalizador.

Durante el procesamiento, mientras dicho catalizador continúa hacia el regenerador (5), los productos obtenidos en (1, 2) se fraccionan, respectivamente, en los fraccionadores (3, 4), generando los respectivos productos (6, 7) que, a continuación, se pueden mezclar para maximizar el valor de una fracción.

Al menos uno de dichos reactores (1) procesa una carga de gasóleo pesado o de residuo (A) en condiciones convencionales, es decir, a altas temperaturas de reacción de entre 490°C y 650°C , teniendo un tiempo de contacto entre carga y catalizador de 2 a 8 segundos y una relación de catalizador/gasóleo de 4 a 10.

Al menos uno de dichos reactores (2) procesa una carga de origen vegetal (B) preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas en condiciones adecuadas para la producción de aceite diésel, es decir, a bajas temperaturas de reacción entre 250°C y 490°C , preferentemente entre 350°C y 400°C , teniendo un tiempo de contacto entre carga y catalizador de 0,5 a 2 segundos y una relación de catalizador/carga de semillas de plantas oleaginosas de 1 a 4.

El proceso de la presente invención utiliza un reactor de FCC típico que puede ser del tipo de corriente de bajada en flujo descendente o un reactor del tipo de columna de subida en flujo ascendente. El tiempo de contacto entre la carga y el catalizador dentro de tal reactor se debe encontrar entre 0,5 y 2 segundos, preferentemente entre 1 y 1,5 segundos.

Dicho proceso convierte la materia prima de origen vegetal preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas en hidrocarburos combustibles y ofrece una excelente eficacia en la obtención de productos de alta pureza.

La carga de gasóleo (A) se procesa en el reactor (1) y se envía a un primer fraccionador (3) y, de la parte superior de dicho primer fraccionador (3), se retiran los productos líquidos (7), la gasolina, el diésel, el LCO y el aceite decantado, enviándose a los respectivos procesos (no mostrados).

La carga de origen vegetal (B) preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas se mezcla con agua en una trituradora (no mostrada), bombeándose, a continuación, a la columna de subida del reactor de FCC (2) y, de allí, a un segundo fraccionador (4).

De la parte superior de tal segundo fraccionador (4), se retiran los productos ligeros (6), enviándose a la sección de recuperación de gases existentes en la unidad (no mostrada) para la recuperación de gas y LPG.

Más específicamente, las semillas de plantas oleaginosas seleccionadas de un grupo que comprende semillas de ricino, soja, algodón, cacahuate, colza, algodón, jatrofa, girasol o cualquier otra semilla de plantas oleaginosas, puras o mezcladas con diferentes semillas en cualquier proporción relativa, se convierten en hidrocarburos en la banda aceite diésel mediante el mismo proceso, no produciéndose la formación de glicerina, un subproducto del proceso de transesterificación.

En general, una unidad de craqueo catalítico en lecho fluido (FCCU en inglés) en una refinería tiene únicamente un reactor individual para el craqueo catalítico en lecho fluido de gasóleo o residuo. Sin embargo, existen refinerías en donde tales FCCU poseen dos reactores que trabajan en operación simultánea. En tales unidades, las corrientes de catalizador gastado de dichos dos reactores se mezclan en la misma sección de rectificación en donde se utiliza un regenerador individual para quemar el coque depositado sobre el catalizador. Además, tales reactores pueden funcionar de manera independiente con diferentes tipos de carga y diferentes temperaturas de reacción respectivamente. La rigurosidad de las reacciones aplicada a cada reactor puede ser totalmente diferente, haciendo posible su ajuste a objetivos operativos establecidos previamente. De esta manera, resulta posible llevar a cabo el

procesamiento de semillas de plantas oleaginosas en condiciones más moderadas, a temperaturas entre 250 °C y 490 °C, para la producción de aceite diésel que tiene un índice de cetano superior a 40, mientras se lleva a cabo simultáneamente el procesamiento de gasóleos o residuos pesados convencionales en condiciones más rigurosas, empleando un flujo de catalizador individual en ambos procesos.

- 5 El proceso de craqueo catalítico se logra a través de la puesta en contacto de hidrocarburos con un catalizador finamente dividido. En el comienzo del reactor, el catalizador caliente del que se ha retirado el coque, o el catalizador regenerado, se pone en contacto con la carga de hidrocarburos en un reactor tubular en donde se llevan a cabo las reacciones de craqueo catalítico. Mientras que la reacción de craqueo catalítico se produce a lo largo del reactor, una parte sustancial de coque, uno de los productos de reacción del craqueo catalítico, se deposita sobre el catalizador, desactivándolo.
- 10 Dicho catalizador se separa de los productos de reacción y se envía a una sección de rectificación/regeneración en el regenerador (5). Después de la rectificación, el coque sobre el catalizador se quema a alta temperatura en una zona de regeneración con gas que contiene oxígeno y el catalizador se regenera en el regenerador (5), resultando de nuevo adecuado para volver a dicho reactor de craqueo catalítico. El catalizador que tiene un alto contenido de coque (o el catalizador gastado) se retira continuamente de la zona de reacción y se reemplaza por un catalizador esencialmente libre de coque procedente de tal zona de regeneración. La fluidización del catalizador mediante diversas corrientes gaseosas permite el transporte del catalizador entre la zona de reacción y la zona de regeneración.
- 15 20 Un catalizador típico comprende del 10 % al 60 % en p/p de un ácido sólido, del 0 % al 50 % en p/p de alúmina, del 0 % al 40 % en p/p de sílice, siendo el resto caolín. El ácido sólido puede ser una zeolita del tipo ZSM, una zeolita del tipo faujasita, una zeolita del tipo mordenita, un fosfato silicoaluminoso (SAPO) o un fosfato aluminoso (ALPO). El mismo catalizador, nuevo o en equilibrio, se emplea simultáneamente en dichos dos reactores de FCC.
- 25 30 Los ensayos en unidades de prueba indican que, en general, aproximadamente el 70 % en peso del aceite contenido en las semillas de plantas oleaginosas se puede convertir en biodiésel.
- De esta manera, por medio del proceso de la presente invención, se produce un biodiésel de calidad superior que está libre de azufre y que tiene un índice de cetano superior a 40, dado que las reacciones de craqueo se producen a bajas temperaturas favoreciendo la formación de productos aromáticos. Además de eso, los productos obtenidos están menos oxidados y, por consiguiente, son más puros que los productos obtenidos por medio de la tecnología existente.

REIVINDICACIONES

1. Proceso de craqueo catalítico para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas que se lleva a cabo en una unidad de craqueo catalítico en lecho fluido (FCC en inglés) que posee al menos dos reactores de FCC, 5 del tipo de flujo ascendente de columna de subida o del tipo de flujo descendente de corriente de bajada, en donde al menos uno de tales reactores de FCC opera en condiciones adecuadas para el procesamiento de una carga de gasóleo o residuo pesado (A) a temperaturas que superan los 490 °C, mientras que al menos uno de los reactores de FCC restantes opera en el procesamiento de una carga de origen vegetal (B) preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas a temperaturas inferiores a 490 °C, comprendiendo dicho proceso las fases de:
- 10 a) atomizar cargas calentadas previamente (A, B);
 b) introducir dicha carga de gasóleo o de residuo (A) en un primer reactor de FCC (1) que opera en condiciones de reacción de temperaturas de entre 490 °C y 650 °C, un tiempo de contacto entre carga y catalizador de 2 a 8 segundos y una relación de catalizador/gasóleo de 4 a 10;
- 15 c) introducir dicha carga de origen vegetal (B) preparada a partir de semillas de plantas oleaginosas en al menos uno de los restantes reactores de FCC (2) que opera a temperaturas de reacción en la banda de 250 °C a 490 °C, un tiempo de contacto entre carga y catalizador de 0,5 a 2 segundos y una relación de catalizador/carga de semillas de plantas oleaginosas de 1 a 4; y
 d) obtener un biodiésel que tiene un índice de cetano superior a 40,
- 20 en donde las semillas de plantas oleaginosas se alimentan junto con un fluido líquido, que es agua, a una trituradora, bombeándose la mezcla de semillas y agua, a continuación, al reactor de FCC.
- 25 2. Proceso de craqueo catalítico para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha carga de origen vegetal (B) está constituida por semillas de plantas oleaginosas seleccionadas del grupo que consiste en semillas de ricino, soja, algodón, cacahuete, colza, jatrofa o girasol.
- 30 3. Proceso de craqueo catalítico para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicha carga de origen vegetal (B) está constituida por semillas de plantas oleaginosas utilizadas puras o mixtas con diferentes semillas en cualquier proporción de las mismas.
- 35 4. Proceso de craqueo catalítico para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho catalizador contiene del 10 % al 60 % en peso de ácido sólido, del 0 % al 50 % en peso de alúmina, del 0 % al 40 % en peso de sílice, siendo el resto caolín.
5. Proceso de craqueo catalítico para la producción de diésel a partir de semillas de plantas oleaginosas de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicho ácido sólido es una zeolita del tipo ZSM, una zeolita del tipo faujasita, un fosfato silicoaluminoso (SAPO) de Mike, un fosfato aluminoso (ALPO) y cualquiera de tales combinaciones.

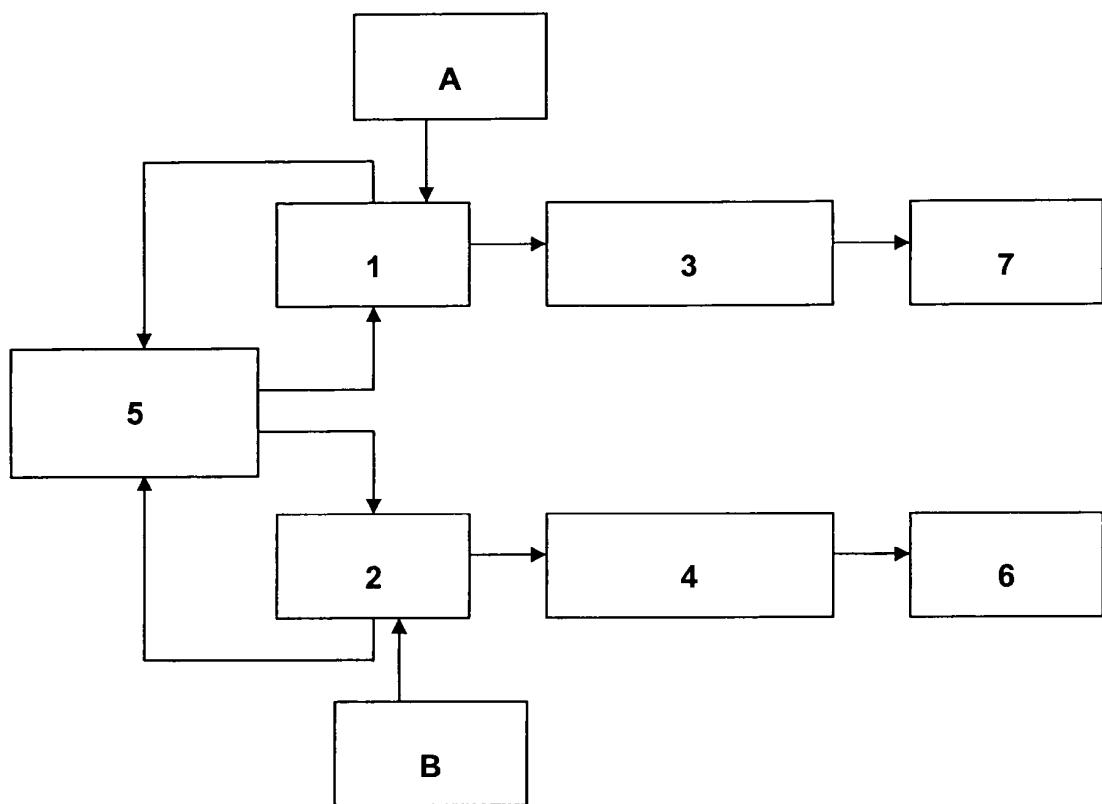


FIG. 1