

Procesos productivos para la obtención de agro combustibles

Javier Arturo Orjuela Castro^a, Carmen Ximena Ramírez Romero^b y
Karina Vanessa Linares Torres^c

R: 24022010 - A: 13052010

Resumen

Se identifican y describen los procesos para obtener agro combustibles a partir de biomásas con altos contenidos de azúcares, almidón o celulosa, para el caso del bioetanol, y con altos contenidos de triglicéridos para el caso del biodiesel. Las leyes 693 de 2001 y 939 del 2004 definen políticas de sustitución de combustibles fósiles por alcohol carburante mediante una mezcla que para el 2012 debe alcanzar el 20%, la óptima implementación de esta política demanda un amplio estudio y divulgación de los procesos de producción de agro combustibles utilizados en Colombia. En la introducción se presenta el contexto que da origen a la problemática de la producción de biodiesel y bioetanol, con énfasis en la situación de Colombia. En la primera parte se enuncian las principales materias primas destinadas para la fabricación de estos combustibles tanto en Colombia como en el mundo, posteriormente se relacionan las tecnologías comúnmente empleadas que permiten su obtención. Concluye con los proyectos en marcha de producción de biodiesel y bioetanol en Colombia.

Palabras clave:

*Combustible
Proceso
Tecnología*

^a Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, carrera 7^a No. 40-53.

^{b, c} Grupo GEGI de la Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Avenida Caracas No. 46-72 piso 4^o.

Biofuels production processes

Abstract

In this article are identifies and describes the way to obtain bio fuels from biomass with high content of sugar, starch or cellulose for bio ethanol, and with high contents of triglycerides for Biodiesel. The first part lists the main raw materials that are used for making these alternative fuels in Colombia and in the world. Then the most common and employed technologies to obtain of bio fuels are presented, also the characteristics, advantages and disadvantages are mentioned. Finally all steps in the productive processes are described, identifying variables, equipment and machinery that are involved in each process and are presented graphically, in order to clarify the information. In this paper, the process of obtaining biodiesel, bio ethanol and the development of the combined process of obtaining both bio fuels are named.

Keywords:

Fuel
Process
Technology

Introducción

El uso de combustibles fósiles no renovables como el petróleo conduce a la disminución de niveles de reservas y a la contaminación del medio ambiente, por lo que se está trabajando en la búsqueda de alternativas encaminadas a promover el uso de otras fuentes de energía y de combustible que respondan las nuevas demandas locales y globales y que mitiguen los niveles de contaminación.

En torno al tema de los agrocombustibles, se generan diversos cuestionamientos tales como el impacto de la producción de estos en el alza de los precios de los productos agrícolas y la sustitución de cultivos destinados a la producción de alimentos para consumo humano para ser destinados a la producción de biomasa, dado el auge de producción de biodiesel y bioetanol.

La política de sustitución de combustibles fósiles por alcohol carburante mediante una mezcla que para el 2015 debe alcanzar el 15% según lo señalado en las leyes 693 de 2001 y 939 del 2004, obliga el rápido avance del conocimiento entorno a los procesos de producción de agrocombustibles utilizados en Colombia (ORJUELA y RODRÍGUEZ; 2009). En este escenario este artículo se dedica a la caracterización procesos productivos para la obtención de agrocombustibles, identificando las principales materias primas y las tecnologías aplicadas en su fabricación.

Los agrocombustibles son combustibles (materiales capaces de liberar energía cuando se queman) líquidos que se extraen a partir de la producción de materias primas vegetales. La producción de materias primas vegetales requiere de monocultivos a gran escala en tierras robadas a los bosques, generalmente en países pobres; semillas transgénicas (aquellas que han sido afectadas en la información genética); gran cantidad de agua; fertilizantes y plaguicidas químicos (DEL POTRO; 2008).

Hay dos tipos de agrocombustibles. El biodiesel (agrodiesel) derivado de la producción de aceite a partir de cultivos como soja, colza y palma africana y, el bioetanol (etanol) que proviene de la producción de alcohol a partir de caña, maíz, trigo, arroz, remolacha, entre otros cultivos.

El biodiesel y bioetanol se caracterizan por ser biodegradables, no tóxicos y libres de azufre y compuestos aromáticos. El principal productor de biodiesel a nivel mundial es Europa con una producción de cerca de 3,2 millones de toneladas en el año 2005, siendo Alemania el principal productor con 1,7 millones de toneladas, Francia con 492.000 e Italia con 396.000 toneladas. A su vez, Estados Unidos produjo cerca de 250.000 toneladas de biodiesel en ese año (COLOMBIA - MINISTERIO DE AGRICULTURA; 2007).

Son varias las entidades dedicadas al estudio e investigación minuciosa de los agrocombustibles, en ellas que apoyó este estudio: la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), la Federación Nacional de Biocombustibles, la Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción más Limpia (Corpodib), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colciencias y Fedepalma, entre otras. Los asuntos que ocupan la atención de estas instituciones se relacionan con los niveles de consumo de energía, el comportamiento de la producción de petróleo, los antecedentes y problemáticas asociados al tema, los procesos de transformación, las tecnologías, los campos de aplicación, son algunos de los proyectos en curso.

El etanol fue utilizado en el primer motor de combustión interna en 1876¹ y, años más tarde un modelo Ford (el Ford T) se diseñó para trabajar con etanol o gasolina. Los primeros motores diesel funcionaban exclusivamente con aceite vegetal, aunque en la segunda década del siglo XX se empezó a extraer desde petróleo destilado para la producción de gasolina (SCHMITH; 2007).

Si bien las tecnologías para la producción de agrocombustibles se desarrollaron en la cuarta década del siglo XX, debido a la escasez del petróleo, solo a partir de la séptima década de ese siglo se inicia su producción en Brasil con bioetanol a partir de la caña de azúcar (1975). En

2006 se produjeron 15.898,7 millones de litros, llegando a 18.927 millones de litros en 2007, lo cual posiciona a Brasil como el segundo productor mundial de Bioetanol, después de los Estados Unidos (RFA; 2008).

En cuanto a la producción de biodiesel, es pertinente anotar que ésta de pasó de 586 a 8.982 millones de litros entre 1997 y 2007. La Unión Europea y concretamente Alemania, genera el 64% del biodiesel mundial (Royal Society; 2008). Mientras el biodiesel representa cerca del 15% del total de biocombustibles, el 85% corresponde al bioetanol.

Colombia es un gran consumidor de combustibles fósiles. El 41% del consumo local de energía lo representa el petróleo, 6% más que el promedio mundial (IADB; 2008). Esta dependencia y la proyección de disminución de consecución de nuevas reservas, llevo a que en octubre de 2006 Ecopetrol y Petrobras firmaran un acuerdo para el desarrollo conjunto de biocombustible y de investigación en nuevas tecnologías relativas a su producción (Ecopetrol; 2007).

De otra parte, en febrero de 2008, el BID aprobó un proyecto por USD1.895.000 para el desarrollo de una estrategia en producción en biocombustibles (IADB; 2008). Allí se habla de 7 millones de hectáreas de terreno que podían ser utilizadas para la producción de biocombustibles. En el marco de este acuerdo, la producción de biodiesel comenzó en enero de 2007.

¹ Diseñado por el inventor alemán Nicolaus Otto

Para el 2008 se proyectó la entrada en funcionamiento de 5 plantas con una producción de 321.000 toneladas / año (Es decir, 368.278.963 de litros al año). Adicionalmente, se proyectó la entrada en funcionamiento de 4 plantas con capacidad equivalente a 458.914.596 litros / año (FEDEPALMA; 2007).

En Colombia, la sustitución de gasolina por bioetanol y biodiesel ha sido planificada. Para el 2012, lo previsto es la sustitución del 20% de agrocombustibles en la mezcla con gasolina o diesel, lo que implica pasar de 60000 hectáreas de cultivo de caña (10%) a 120000 en 2012 (20%). De la misma forma, pasar de 50000 Hectáreas a 200000 de cultivos de palma africana para biodiesel. El Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2007) estima que para el 2017 se tendrán tres millones de hectáreas sembradas, dos para palma y uno para caña azúcar.

El programa de producción de biodiesel en Colombia se pone en marcha desde el 2007, para 2008 se proyectó la entrada en funcionamiento de 5 plantas con una producción de 321.000 toneladas / año (368.278.963 litros / año) y 4 plantas más al 2010, equivalentes a 458.914.596 litros / año, con un área requerida de 181.000 hectáreas (BENDECK; 2007). La perspectiva es que la obtención de biodiesel se hará fundamentalmente a partir de palma africana (KAFAROV Y OTROS; 2004).

Metodología

Se adelantó una investigación de carácter exploratorio y descriptivo. La recolección de información se llevó a cabo a través de la consulta de diferentes fuentes de tipo secundario tales como libros, revistas especializadas y artículos de revistas y de publicaciones en web de entidades dedicadas a la investigación y ejecución de proyectos encaminados a la obtención de agrocombustibles o al estudio y debate de las políticas y programas que se han desarrollado en torno a este tema. Las páginas web utilizadas fueron filtradas a través de la lectura y revisión estricta de la información contenida en ellas, verificando la seriedad y confiabilidad de las fuentes y el tipo de información publicada, así como el nivel de participación en diversos proyectos.

Resultados

1. PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA OBTENCIÓN DE AGROCOMBUSTIBLES.

El Ministerio de Agricultura de Colombia define como biocombustible cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso que utiliza como biomasa materia orgánica de origen animal o vegetal. Incluye alcohol etílico o etanol, metanol, biodiesel, diesel (COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS; 2007).

MATERIAS PRIMAS. En el cuadro 1 se relacionan las materias primas más utilizadas en los procesos productivos para la obtención de agrocombustibles.

Cuadro 1. Materia primas utilizadas en la producción de Agrocombustibles.

BIODIESEL [14]	BIOETANOL [15]
Palma africana, Cocotero, Higuierilla, Aguacate, Jatropha/Piñón, Colza/Canola, Maní, Soya, Girasol	Caña de azúcar, Remolacha azucarera, Sorgo dulce, Maíz, Yuca

Fuente: Esta investigación a partir de biocombustiblescolombia & fedebiocombustibles

TECNOLOGÍAS. Las *tecnologías* que más se emplean para la producción de biodiesel y bioetanol son descritas a continuación.

LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL. El aceite de palma de origen vegetal es obtenido del mesocarpio del fruto de la palma de aceite. Se puede encontrar en forma líquida o semisólida, dependiendo de la temperatura ambiente, conteniendo aproximadamente 50% de ácidos grasos saturados, 40% de ácidos grasos monoinsaturados y 10% de ácidos grasos poli-insaturados (OJEDA;2007).

Las materias primas más frecuentes para la producción de biodiesel son los aceites de las oleaginosas colza, girasol, soja y palma africana, aunque también se ha experimentando con otras fuentes como aceites de fritura reciclados y grasas animales (Avellaneda; 2010). El biodiesel se define como una mezcla de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales y grasas animales, que puede

ser usada total o parcialmente para reemplazar el combustible diesel ².

De manera general, la conversión de aceites vegetales (triglicéridos) en monoésteres y glicerina se realiza por procesos de transesterificación, los ésteres metílicos o etílicos (biodiesel) son usados en la mezcla con diesel (AVELLANEDA; 2010).

Yesid Ojeda (AGARWAL; 2007), reporta las investigaciones en tecnologías para la producción de biodiesel, sus ventajas y desventajas de cada se abordan en este aparte, utilizan procesos catalíticos tales como la Catálisis alcalina, catálisis acida, catálisis de lipasas y de alcohol supercrítico.

En el proceso de catálisis alcalina la reacción se efectúa en condiciones atmosféricas, se requiere un catalizador alcalino como el NaOH o el KOH y se necesita agitación para acelerar la reacción teniendo en cuenta la poca solubilidad del aceite en el alcohol, se presentan una cantidad apreciable de operaciones unitarias para la separación de los productos y de procesos alternativos como BIOX y LURGI.

Como ventajas tiene que maneja condiciones moderadas de temperatura y presión, y se logran conversiones en aproximadamente 60 minutos de

² Definición de American Standards for Testing and Materials. Dada en la norma ASTM D 6751, disponible en <http://www.biodiesel.org/>

reacción, es la más utilizada comercialmente. Como desventajas presenta formación de jabones y para evitarlo se requiere que el alcohol y el aceite sean anhidros. Por su parte en la catálisis ácida se utilizan catalizadores ácidos como H_2SO_4 (el más usado), HCl , BF_3 y H_3PO_4 . Estos pueden llevar a cabo de forma simultánea las reacciones de esterificación y transesterificación.

Tiene la ventaja de ser adecuado para procesar materias primas con niveles altos de ácidos grasos libres (grasas animales y aceites usados) y es utilizado como proceso de pre esterificación. No obstante los tiempos de reacción son muy demorados, en comparación con la catálisis alcalina.

Para la catálisis de lipasas se emplean solventes orgánicos como medio de reacción mejorando la reactividad de la lipasa, evitando su inactividad y dejando abierta la posibilidad de reutilizarla. Utiliza como solventes orgánicos el tetrahidrofurano y el n-hexano.

La ventaja de este proceso es que el contenido de agua en las materias primas no afecta la reacción, así como la presencia de ácidos grasos libres no afecta el nivel de rendimiento. Pero como desventaja los tiempos de reacción son muy altos, de casi 24 horas lo que necesariamente limita a no tener procesos continuos de obtención de biodiesel.

En el proceso de alcohol supercrítico se utilizan valores altos de presión y

temperatura. La gran ventaja es la rapidez con que se completa la reacción, además no hay inconvenientes con el procesamiento de materias primas que contengan niveles altos de agua y ácidos grasos libres y no requiere catalizador. No obstante debido a las condiciones extremas de temperatura y presión a las cuales se debe trabajar el proceso, los costos son altos.

Otras alternativas tecnológicas reportadas por Ojeda (2007) son la gasificación de biomasa seguida de síntesis de Fisher-tropsch, que produce biodiesel de alta calidad, libre de azufre y nitrógeno con alta eficiencia de conversión, pero presenta la desventaja de altos niveles de contaminación, altas condiciones de temperatura y presión y una inversión elevada.

Otra alternativa de fácil construcción es la pirolisis de biomasa, pero también requiere de temperaturas cerca a $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, su potencia calórica es menor en 40% de biodiesel normal y requiere procesos de refinación. Por su parte la pirolisis de aceites vegetales, es menos costosa que la transesterificación utilizada en la catálisis y su composición final es similar a la de diesel, pero presenta hidrocarburos oxigenados no convenientes en diesel.

LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL. Para la producción de bioetanol se emplea fundamentalmente la fermentación alcohólica, consiste en la transformación de azúcares en etanol y subproductos como el dióxido de carbono y energía,

efectuado por microorganismos a través de enzimas presentes en ellos o agregadas en el proceso. Esta fermentación es anaeróbica (en ausencia de oxígeno). Las levaduras son los microorganismos que más se utilizan en la obtención de bioetanol, pero también pueden emplearse hongos y bacterias (Bioetanol; 2007).

PROCESO PRODUCTIVO PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIESEL. El biodiesel es un combustible biodegradable e inocuo para el ambiente, su energía específica es menor al 5% en comparación con la del gasóleo, pero su elevada lubricidad equilibra esta diferencia (ROYAL SOCIETY; 2008). Se puede utilizar mediante una mezcla con combustibles fósiles o completamente puro. La ASTM define al biodiesel como el éster monoalquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables, como por ejemplo aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores diesel.

Green Fuel lo define como el producido obtenido de la reacción de un aceite vegetal o grasa animal con un alcohol generalmente metanol y un catalizador como soda cáustica (Hidróxido de Sodio o Hidróxido de Potasio) para producir ésteres monoalquílicos (biodiesel) y glicerina la cual es removida (IADB; 2008).

El ministerio de agricultura lo define como un combustible sustituto del combustible para motores diesel, que puede ser producido partiendo de

materias primas agrícolas (aceites vegetales y grasas animales), aceites o grasas de fritura usados y metanol o etanol (estos también pueden ser obtenidos a partir de productos agrícolas).

La fabricación del Biodiesel es un proceso en el cual un aceite vegetal se somete a una transesterificación, en el se hidrolizan los enlaces éster de los triglicéridos y se obtienen nuevos esteres con los ácidos grasos liberados en la hidrólisis³ y un alcohol sencillo que se utiliza como reactivo (normalmente metanol o etanol) (MOSQUERA MARTINEZ; 2008).

El rendimiento que se puede obtener de este biocombustible desde 1000 Kg de aceite, 156 Kg de metanol y 9.2 de soda cáustica, es de 965 Kg de biodiesel y 178 Kg de glicerina (sin refinar) con una recuperación de 23 Kg de metanol. Este proceso se lleva a cabo en temperaturas de 60°C teniendo en cuenta la presencia del catalizador (la soda cáustica es la más utilizada) (Corporación Green Fuel; 2009), como resultado de este proceso se obtiene el glicerol (subproducto), su uso se ve frecuentemente en sectores como: medicina, cosméticos y alimentación.

Antes de iniciar el proceso, tanto al metanol como al catalizador se miden en cantidad, y posteriormente se mezclan hasta que el catalizador se diluya totalmente, al finalizar este proceso se

³ Hidrólisis: acción de romper moléculas por medio de los hidrógenos del agua.

obtiene un compuesto denominado metóxido; a cada lote de aceite que se vaya a procesar se le hace una serie de pruebas que nos permiten determinar su grado de acidez para luego proceder a calentar este aceite. El aceite caliente se mezcla con el metóxido y se deja en reposo, este reposo tiene como fin la separación de la glicerina, que nos sirve para producir otro tipo de subproductos (Jabón). Se agregan aproximadamente un tercio del volumen de agua y se mezcla bien, se deja en estado de reposo hasta que el agua se separe del biodiesel para posteriormente drenarla, este proceso se hace con el propósito de limpiar el producto final evitando que este quede con residuos de soda caustica o de jabón, por este motivo esta actividad se realiza

dos o tres veces para garantizar la calidad del biocombustible (BIOETANOL; 2007). El proceso de producción de biodiesel más sencillo es el discontinuo se han reportado rendimientos de 4:1 (alcohol: triglicérido). Como se muestra en el diagrama uno se trata de un reactor sellado o equipado con un condensador de reflujo. Las condiciones de operación más habituales son a temperaturas de 65°C, aunque rangos de temperaturas desde 25°C a 85°C. Con el fin de aumentar el rendimiento ha porcentajes mayores del 95%, se puede eliminar el glicerol utilizando reacciones en dos etapas. El tiempo de reacción suele ser entre 20 minutos y una hora (GARCÍA Y GARCÍA; 2006).

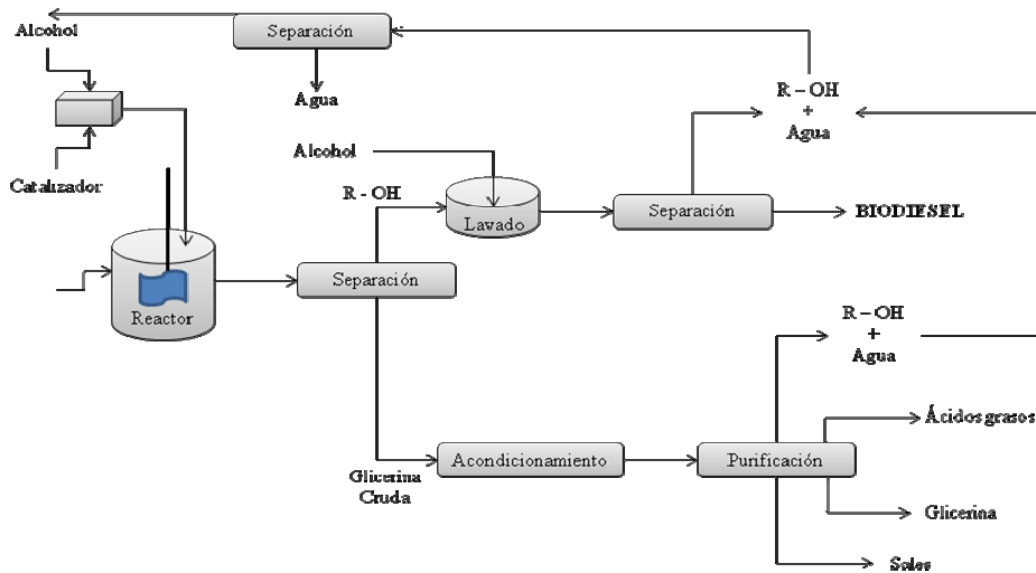


Diagrama 1. Biodiesel - Proceso discontinuo de Transesterificación

Fuente: GARCÍA, J. & GARCÍA Á. *Biocarburantes líquidos: biodiesel y bioetanol*. 2006.

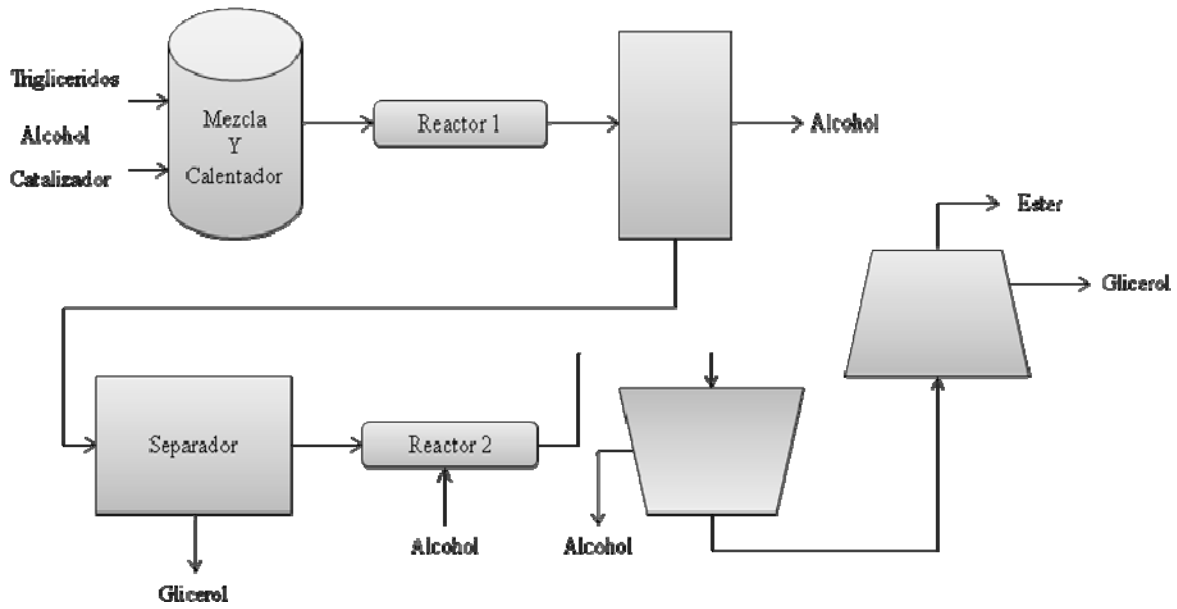


Diagrama 2. Biodiesel proceso continuo

Fuente: GARCÍA, J. & GARCÍA Á. Biocarburantes líquidos: Biodiesel y bioetanol, 2006.

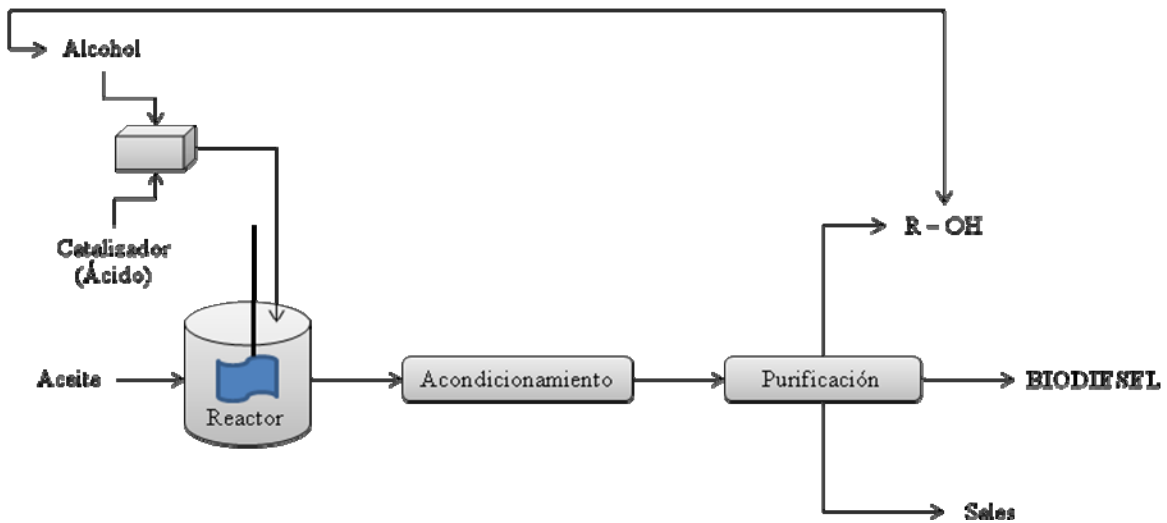


Diagrama 3. Biodiesel proceso de esterificación

Fuente: GARCÍA, J. & GARCÍA Á. Biocarburantes líquidos: Biodiesel y bioetanol, 2006.

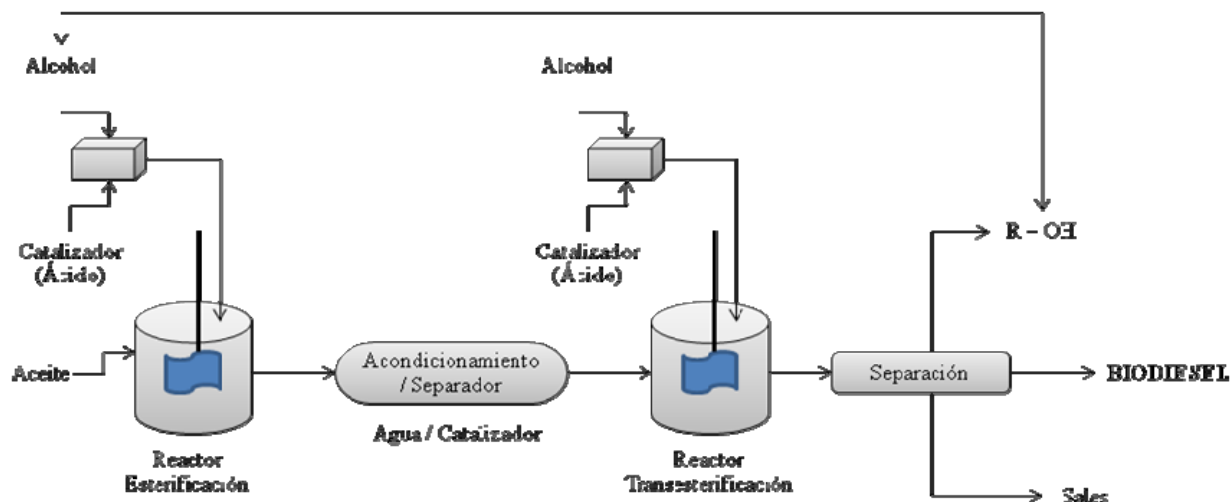


Diagrama 4. Biodiesel proceso combinado de esterificación- transesterificación

Fuente: GARCÍA, J. & GARCÍA Á. *Biocarburantes Líquidos: Biodiésel y Bioetanol*. 2006.

La utilización de reactores continuos del tipo tanque agitado llamados CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor), permite mayor tiempo de residencia y aumenta la eficiencia de reacción, siendo más mucho más rápida y logra el 98% de producto de reacción. En el diagrama dos presenta el proceso continuo para producción de biodiesel (GARCÍA Y GARCÍA; 2006). En los procesos de esterificación para aumentar el rendimiento y desplazar el equilibrio hacia la derecha, proceso denominado esterificación de Fischer, se suelen utilizar catalizadores ácidos con ácido sulfúrico. El calentamiento de una mezcla del alcohol - ácido el más empleado. En el diagrama 3 se presenta el proceso de esterificación (GARCÍA Y GARCÍA; 2006).

El proceso de esterificación puede ser complementado con transesterificación

con el fin de refinar los ácidos grasos aparte del sistema de alimentación o mediante un tratamiento diferenciado en la unidad de esterificación. Los aceites refinados son secados y enviados a la unidad de transesterificación para ser transformados en ésteres metílicos. En el diagrama 4 se presenta el proceso combinado (GARCÍA Y GARCÍA; 2006).

El proceso a condiciones supercríticas, donde un sistema sin catalizadores utiliza una elevada proporción entre alcohol:aceite (42:1) a temperaturas y presiones supercríticas⁴ 350 a 400°C y P>80 atm completando la reacción en cuatro minutos. No obstante lo anterior su implementación a nivel industrial es

⁴ Cuando un fluido o gas es sometido a temperaturas y presiones que exceden su punto crítico, aparecen una serie de propiedades.

aún incipiente. En el diagrama cinco se presenta el proceso en condiciones

supercríticas.

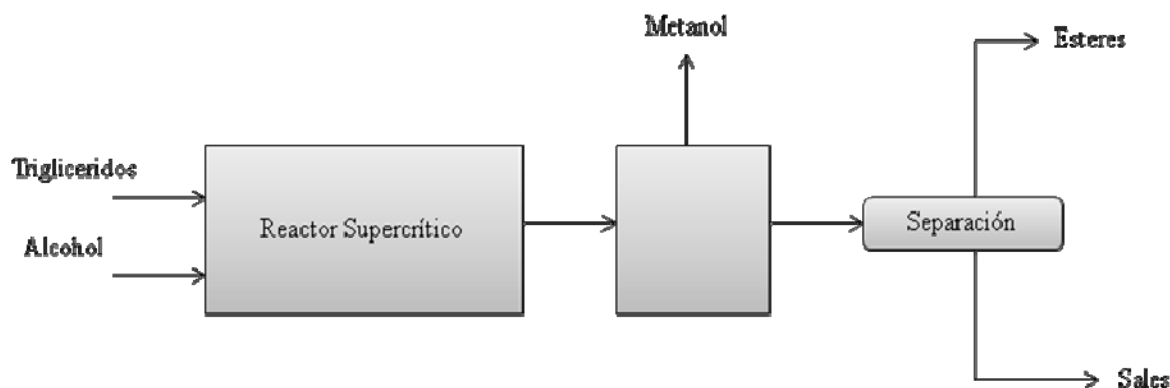


Diagrama 5. Biodiesel proceso en condiciones supercríticas

Fuente: GARCÍA, J. & GARCÍA Á. Biocarburantes Líquidos: Biodiésel y Bioetanol. 2006.

Proceso productivo para la obtención de Bioetanol. El ministerio de agricultura define el Alcohol Carburante (bioetanol) como un “compuesto orgánico líquido, de naturaleza diferente a los hidrocarburos derivados de petróleo, gas natural o carbón (fósiles), que tiene en su molécula un grupo hidroxilo (OH) enlazado a un átomo de carbono. Para la norma colombiana NTC 5308 se entiende como alcohol carburante al etanol anhidro obtenido a partir de la biomasa, que tiene un contenido de agua inferior a 0.7% en volumen.

La obtención de alcohol carburante resulta de tres procesos diferentes: Fermentación de los compuestos orgánicos, acompañada de un proceso de destilación y secado. Segregación molecular, proceso en el que se

fragmenta la biomasa separando las proteínas del almidón, la fibra etc. El almidón, convertido en azúcar fermentable puede producir alcohol. Hidrólisis de la celulosa, este proceso permitiría utilizar cualquier materia que contenga celulosa, por ejemplo desechos o residuos agrícolas [3].

El Bioetanol es un alcohol etílico, obtenido de la fermentación de los azúcares. Como resultado de este proceso se tiene alcohol hidratado, con el 5% de agua, que al evaporarse se puede utilizar en mezclas para la formación de combustibles. Este alcohol deshidratado (en concentraciones de 5 o 10 %, para evitar las modificaciones de los motores), combinado con gasolina adquiere un poder energético elevado, conservando así las características

similares de la gasolina pero con una disminución de las emisiones contaminantes para el ambiente producidas por los motores de combustión .

Para la producción de bioetanol se pueden utilizar productos como los azúcares, cereales y la Biomasa. Partiendo de esto, de acuerdo al tipo de materia prima elegida para la obtención

de este biocombustible el proceso difiere. A continuación se presentan dos diagramas que permiten ver las diferencias existentes entre los procesos de obtención de bioetanol a partir de cada materia prima. En el diagrama seis y siete se presentan los procesos generales de obtención de bioetanol y de diferencias de los proceso a partir de azucares, cereales y biomasa. respectivamente.

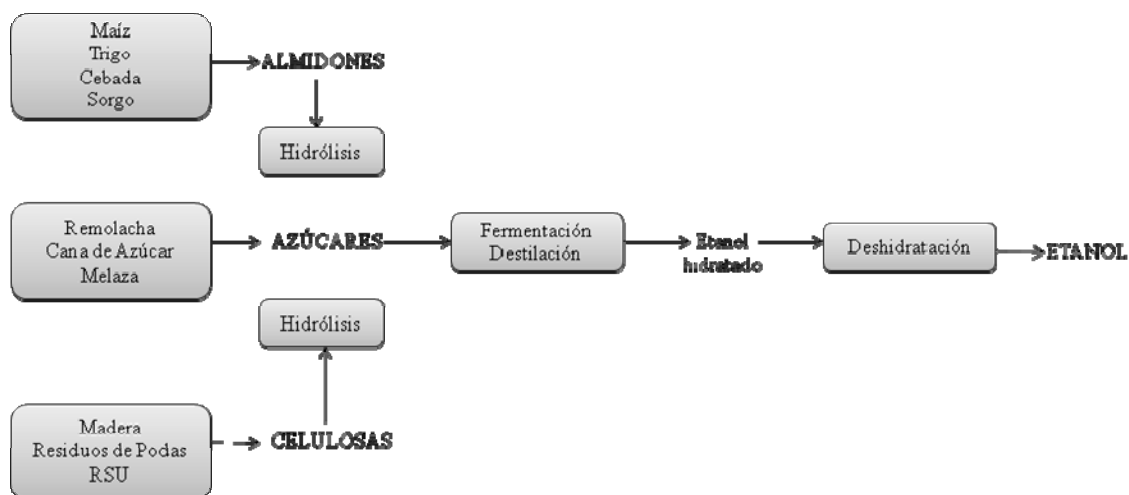


Diagrama 6. Proceso Productivo Del Bioetanol.

Fuente: Ingeniería Civil y Medio Ambiente. Madrid, España. mayo de 2009

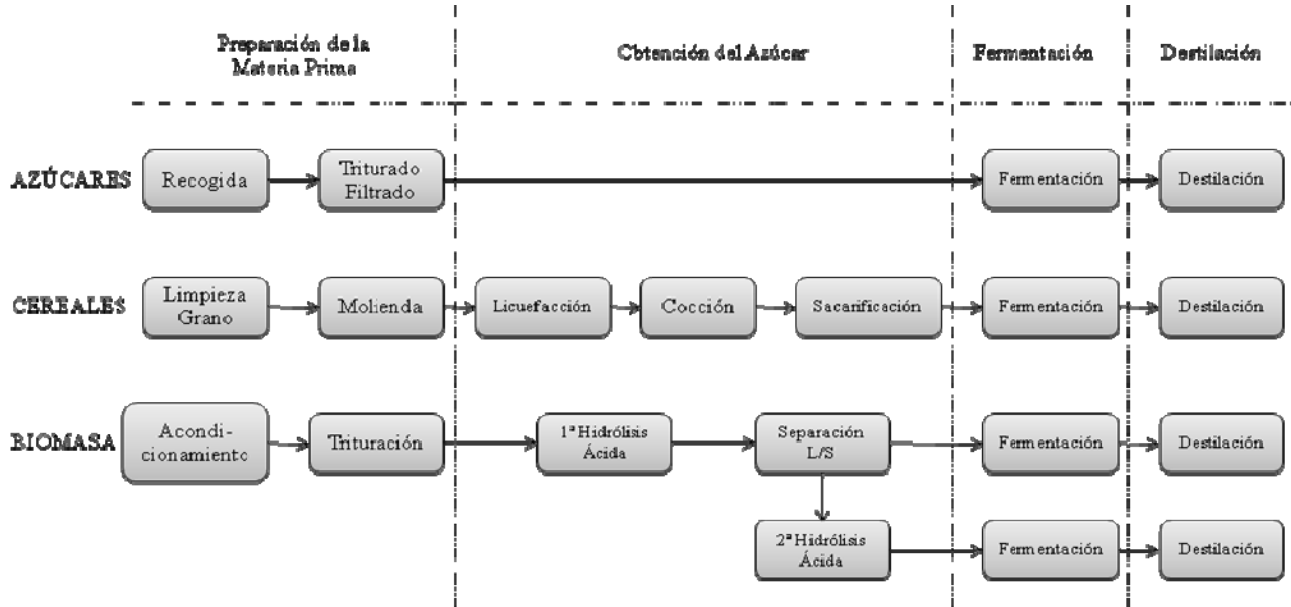


Diagrama 7. Diferencias en los procesos de obtención de bioetanol.

Fuente: Ingeniería Civil y Medio Ambiente. Madrid, España, mayo de 2009

Como se puede observar, cada una de las materias primas hace que los procesos de obtención de Bioetanol sean más o menos complejos, de acuerdo al acondicionamiento de las materias primas y a la forma de obtención del azúcar.

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y BIOETANOL EN COLOMBIA. Colombia emprende proyectos de investigación con el fin de desarrollar nuevas tecnologías para la obtención de agrocombustibles es el caso en la Universidad Industrial de Santander UIS en el año 2006 se elaboró un diseño de producción conjunta de biodiesel y Bioetanol. En el desarrollo de su diseño, se evalúa una nueva tecnología de producción conjunta de

biodiesel (200.000 litros/día) y bioetanol (300.000 litros/día) a partir de aceite de palma africana y la caña de azúcar. Los dos procesos se efectuaron de manera conjunta a partir de residuos como el bagazo de caña y residuos de palma en la cogeneración de energía.

El experimento incluye la elaboración del etanol anhidro, donde solo el 20% se utilizara para la producción de Biodiesel como materia prima. El primer paso para la producción de Bioetanol se lleva a cabo por medio de la molienda de la caña de azúcar y luego un filtrado para así obtener azúcar fermentado. Luego que el etanol es rectificado es deshidratado con ayuda de tamices moleculares para llegar al Bioetanol

anhidro que se convierte en la materia prima para la producción de biodiesel (KAFAROV, OJEDA Y SANCHEZ; 2007).

En Colombia, han proliferado plantas para producción de etanol a partir de caña de azúcar, cuyos rendimientos se estiman en 84,5 litros /ton por debajo de los obtenidos del maíz 409 litros/ton, aunque el efecto de rendimiento por tonelada es eventualmente mejorado por el rendimiento por hectárea, 120 ton/hectárea de caña frente a 85 para el maíz, también favorece el hecho que la energía requerida para obtener maíz es 11 veces mayor que el de caña (OCHOA Y MIRANDA).

Son cinco ingenios azucareros en el Valle del Cauca que cuentan con destilerías de etanol, Incauca e Ingenio Providencia, producen alrededor de 160.000 galones de etanol de caña de azúcar cada día. En las cinco plantas se producen aproximadamente 300.000 galones de etanol por día, que cubren los requerimientos de mezcla nacional. Para el 2010 existían 5 plantas de producción de bioetanol a partir de caña y una a partir de yuca, tres en el Valle con producción de 700000 L/d, una en Risaralda 100000 L/d y una en el Cauca 300000 L/d, la del meta que produce 25000L/d a partir de yuca industrial⁵.

Por su parte, en Colombia se han puesto en marcha varias plantas de Biodiesel, en el 2010 existen ocho plantas, dos en SantaMarta con capacidad de 136000 T/año, una en Barranquilla 30000 T/a,

Codaci 50000 T/a, una en Barancabermeja 100000 T/a, una en Facatativa Cundinamarca 100000 T/a y una en San Carlos Garagoa Meta 100000 T/a, . En el segundo semestre de 2011 entrara en funcionamiento las plantas de Ecodiésel en Barrancabermeja y la de Biocastilla de Castilla la Nueva (Meta), sumadas a las existentes, que producirán un total de 546 mil toneladas año, Jorge Bendeck, presidente ejecutivo de la Fedebiocombustibles (BEDERECK; 2007).

Conclusiones

La perspectiva de producción de biodiesel y bioetanol en Colombia es promulgada por muchos una salida al problema de contaminación y empleo, no obstante se hace relevante un análisis de dos aspectos que deben ser evaluados frente a la proyección de la producción de estos agrocombustibles.

El primero relacionado con el tipo de tecnologías usados en las plantas de biodiesel y bioetanol, esto con respecto a la pregunta sobre los niveles de contaminación generados en la producción de los Agrocombustibles, las tecnologías de producción usadas en Colombia aun no han sido evaluadas frente a este aspecto, por ello se hace relevante la información reportada en este artículo, como punto de partida para la discusión.

⁵ <http://www.fedebiocombustibles.com/>

De otra parte y en el mismo sentido, la generación de empleo en las plantas y en el campo, este último estimado en un empleo directo por cada siete hectáreas sembradas y dos indirectos, tendría que ser evaluado frente a la producción de

otros cultivos. A lo anterior se le suma la necesidad de evaluar si el destino de la hectáreas a cultivos de caña y palma, desestimula la producción de alimentos y el impacto que esto genera sobre aspectos de seguridad alimentaria.

Bibliografía

- AGARWAL, Avinash Kumar. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *In: Progress in Energy and Combustion Science*, 2007, vol. 33, núm. 3, pp. 233-271. ISSN 0360-1285.
- AVELLANEDA VARGAS, Fredy Augusto. Producción y caracterización de biodiesel de palma y de aceite reciclado mediante un proceso batch y un proceso continuo con un reactor helicoidal. *Universitat Rovira I Virgili*, 2010.
- BENDECK, Jorge. Presente y Futuro del biodiesel en Colombia, 2007.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Estrategias de desarrollo de biocombustibles, implicaciones para el sector agropecuario. 2007
- COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Primer seminario Biocombustibles, Biodiesel- Bioetanol, 2007.
- DEL POTRO, Noelia. Agrocombustibles: Energías para mantener vivo el capitalismo. *En: La Garbancita Ecológica*, 2008. Disponible en: <http://www.lagarbancitaecologica.org/>
- ECOPETROL. Alianza entre Ecopetrol y Petrobras para Desarrollo de Combustibles. *En: Boletín de Prensa*, 2007. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=148&conID=37233&pagID=129219>
- GARCÍA, Juan Manuel & GARCÍA, José Ángel. Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol. Informe de vigilancia tecnológica. Universidad Rey Juan Carlos del Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía (CITME), Universidad de Alcalá. Madrid, España, 2006.
- IADB. A blueprint for green energy in the Americas. [en línea]. (2007). Disponible en <http://www.iadb.org/biofuels>. Sustainable Energy and Biofuel Strategies for Colombia. *En: Project Profile*. [Base de datos en línea]. (2008)
- KAFAROV, Viatcheslav; OJEDA, Karina y SÁNCHEZ, Eduardo. Situación y perspectiva de biocombustibles en Colombia. *En: Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural*, 2006. Disponible en: <http://www.proceedings.scielo.br/>

- KAFAROV Viatcheslav, OJEDA Karina y SÁNCHEZ Eduardo. Diseño de producción conjunta biodiesel – Bioetanol. En: *Revista Energía y Computación*, 2007, vol. 15, núm. 1, pp. 9 – 14. <http://energiaycomputacion.univalle.edu.co/edicion27/27art1.pdf>
- MOSQUERA MARTINEZ, Pepa. Empresa y energías renovables. Fundación Confemetal Editorial, 2008.
- OCHOA MARTÍNEZ, Iván y MIRANDA HERAZO, Greys, Bioetanol alcohol corburante. Disponible en: http://www.uninorte.edu.co/extensiones/IDS/Ponencias/biocombustibles/BIOETANOL_Ivan_Ochoa1.pdf
- OJEDA, Yesid. Panorama de las tecnologías para la producción de biodiesel. En: *Virtual Pro*, 2007. Disponible: <http://www.indupalma.com/contenido/>
- ORJUELA C., JAVIER. RODRÍGUEZ, ISAÍAS. Panorama de las políticas y leyes del Gobierno colombiano frente a la producción de alimentos agropecuarios y de producción de agrocombustibles. En: *Estudios en Derecho y Gobierno*, 2009, vol. 2, núm. 2, pp. 54-98. ISSN: 2027-33-04.
- RFA, Changing the Climate. Ethanol Industry Outlook 2008. [En línea]. Disponible en www.ethnolrfa.org/industry/outlook/
- ROYAL SOCIETY. Sustainable biofuels: prospects and challenges [En línea]. (January, 2008). Disponible en www.royalsociety.org/displaypagedoc.asp?id=28632
- SCHMITH, Charles. Biodiesel: Cultivating alternative fuels. In: *Environmental Health Perspectives*, 2007, vol. 115, núm. 2 pp. 86-91 [Base de datos en línea].
- VIRTUAL PRO. Bioetanol. En: *Seminario Taller Biocombustibles*, 2007. Disponible: <http://www.biocombustiblescolombia.com/2007/files/memorias/Biodiesel.pdf>