

# TEMA 4: PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN (1): CLASIFICACIÓN. EXTRACCIÓN DIRECTA



F. Jarabo

## GENERALIDADES

En general, la baja densidad física y energética de gran parte de la biomasa, tal como se recupera de los residuos o se recolecta directamente del terreno, así como su contenido en humedad, muchas veces alto, determinan que en la mayoría de los casos no sea adecuada como tal para reemplazar a los combustibles fósiles sólidos (carbón), líquidos (petróleo) o gaseosos (gas natural). Se hace necesaria, pues, la transformación previa de la biomasa en combustibles de mayor densidad energética y física, contándose para ello con diversos procedimientos, que generan una gran variedad de productos.

Los combustibles originados a partir de la biomasa presentan la mayor parte de las características favorables de los combustibles fósiles:

- Alto contenido energético por unidad de volumen.
- Facilidad de transporte y almacenamiento.
- Buena combustión.

Además, y debido a su naturaleza orgánica, la biomasa no participa de muchos de los inconvenientes de los combustibles fósiles, es decir, posee las siguientes ventajas adicionales:

- Presenta escaso contenido en azufre.
- No forma escorias en su combustión.
- Tiene bajo contenido en cenizas.
- Contribuye a mejorar la calidad del ambiente y reducir el riesgo de enfermeda-

des pulmonares.

Así, proceda de residuos o de cultivos energéticos, la biomasa es transformada en vectores de energía (calor, combustibles, electricidad) que conducen a la forma de energía útil requerida por un proceso determinado (energía mecánica, electricidad específica).

Algunos combustibles pueden obtenerse de la biomasa por **extracción directa** (plantas productoras de hidrocarburos). Aunque los productos así obtenidos pueden ser utilizados como combustibles en motores diesel, presentan diversos problemas, principalmente relacionados con su alta viscosidad. Por esta razón, los aceites obtenidos se modifican mediante **procesos químicos**, también aplicables a aceites residuales, siempre que su origen sea la biomasa.

Los **procesos termoquímicos** de conversión se basan en someter la biomasa a la acción de altas temperaturas y pueden dividirse en tres amplias categorías, dependiendo de que el calentamiento se lleve a cabo con exceso de aire (**combustión**), en presencia de cantidades limitadas de aire (**gasificación**) o en ausencia completa del mismo (**pirólisis**). Los materiales más idóneos para su conversión termoquímica son los de bajo contenido en humedad y alto en lignocelulosa, tales como madera, paja, cáscaras, etc.

La biomasa con alto grado de humedad puede transformarse mediante **procesos bioquímicos** por **fermentación alcohólica** o **digestión anaerobia** en etanol o metano, respectivamente. En la actualidad, las técnicas más desarrolladas son, por un lado, la fermentación de materiales azucarados, celulósicos o amiláceos para la producción de etanol y, por otro, la digestión anaerobia de biomasa con alto contenido en celulosa (residuos agrícolas, ganaderos, industriales y urbanos, plantas acuáticas, etc.) para la generación de metano.

## PROCESOS DE EXTRACCIÓN

Existen numerosas especies vegetales que producen en su metabolismo hidrocarburos o compuestos muy hidrogenados, de elevado poder calorífico, que se pueden utilizar directamente como combustibles. Estos compuestos se pueden obtener mediante un proceso de extracción directa, aunque aún no está completamente definido el esquema de operación, debido a que éste está muy condicionado a cada

tipo de especie vegetal.

## EXTRACCIÓN DIRECTA Y PROCESOS QUÍMICOS

Actualmente, los procesos de extracción directa más desarrollados son aquéllos que extraen aceites a partir de semillas de plantas oleaginosas (oliva, girasol, maíz, soja, colza). Los **aceites** son las reservas energéticas que las plantas acumulan en sus semillas para proporcionarles alimento suficiente durante la germinación, hasta que lo puedan obtener del entorno. Por su parte, los animales también poseen reservas energéticas de características similares, que reciben en nombre de **grasas** (sebos, mantecas).

Aceites y grasas son **lípidos**, denominación genérica que se aplica a los ésteres de glicerina (trialcohol) y de ácidos grasos (ácidos orgánicos alifáticos, monobásicos,  $C_{12} - C_{22}$ ), por lo que también reciben el nombre de **triglicéridos**. La glicerina puede ser separada de los lípidos mediante tres procesos químicos:

- **Hidrólisis:** Reacción con agua que libera la glicerina junto con los ácidos grasos de partida.
- **Saponificación:** Reacción con un hidróxido alcalino que libera la glicerina junto con las sales alcalinas de los ácidos grasos de partida (jabones).
- **Alcohólisis:** Reacción con un alcohol simple que libera la glicerina junto con los ésteres del alcohol simple y los ácidos grasos de partida.

La alcohólisis también puede denominarse **transesterificación**, ya que se trata de la sustitución en un éster (el lípido) de un alcohol (glicerina) por otro más simple (generalmente, metanol), produciendo ésteres metílicos derivados, cuyas características son similares a las del gasóleo, principalmente respecto a la viscosidad, temperatura de ebullición, residuos o autoinflamación. De ahí que estos ésteres sintéticos obtenidos a partir de ésteres naturales contenidos en la biomasa reciban el nombre genérico de “**biogasóleos**”.

Este proceso se lleva a cabo con un catalizador homogéneo (hidróxido sódico o potásico) para favorecer las condiciones de reacción y ha de estar seguido de una operación de separación de la glicerina, que es insoluble en los ésteres metílicos.

El biogasóleo obtenido suele lavarse con agua para eliminar el exceso de alcohol utilizado, el catalizador y los productos de las otras reacciones mencionadas, que también transcurren en pequeña extensión: ácidos grasos y jabones. El producto

purificado se destina al uso como combustible.

La glicerina puede comercializarse como subproducto, pero su purificación es mucho más compleja.

## El biogasóleo como combustible

La utilización directa de los aceites vegetales como combustibles para motores diesel requeriría la modificación de éstos en la alimentación, en la inyección y en los reglajes, lo que recomienda su transformación en biogasóleo.

Para que los ésteres metílicos puedan ser utilizados en los motores diesel, deberán observar determinadas especificaciones, principalmente:

- El éster ha de tener una pureza superior al 96,5%.
- El contenido en partículas sólidas ha de ser nulo a las temperaturas de utilización.
- No debe contener restos de catalizador, jabones o ácidos grasos libres.

Las principales propiedades físico-químicas de interés para el estudio del comportamiento de los ésteres metílicos como combustible en motores diesel se resumen a continuación, comparadas con las del gasóleo fósil y los aceites vegetales.

La **densidad** de los ésteres metílicos suele tomar valores bastante próximos a los del gasóleo convencional e inferiores a los de los aceites vegetales.

Los valores de la **viscosidad**, especialmente elevados en los aceites vegetales, se reducen a una décima parte en los ésteres metílicos, obteniéndose cifras muy próximas a las del gasóleo; esto elimina serios problemas de funcionamiento del motor, desde el bombeo del combustible hasta su atomización en la cámara de combustión.

Los ésteres metílicos poseen una **capacidad de autoignición** (índice de cetano) que puede ser ligeramente superior a la del gasóleo, muy superior a la que se logra utilizando directamente aceites vegetales.

El **poder calorífico** de los ésteres metílicos es similar al de los aceites vegetales y algo menor que el del gasóleo (un 10% como máximo); ello sólo podrá repercutir en una pequeña pérdida de potencia del motor o un aumento del consumo de combustible.

Los diversos estudios realizados hasta el momento respecto al uso como combustible del biogasóleo teniendo en cuenta las propiedades expuestas, muestran

que este derivado de la biomasa puede sustituir al gasóleo en motores diesel convencionales, tanto completamente como en mezclas de ambos. Si bien los ésteres metílicos se han obtenido directamente de aceites vegetales (principalmente colza y soja), se siguen llevando a cabo estudios para la obtención de biogasóleos de la calidad adecuada a partir de aceites residuales de la industria alimentaria.