

Biomasa y biocombustibles

MERCEDES BALLESTEROS PERDICES

Jefe de la Unidad de Biomasa del Departamento de Energía del CIEMAT

INTRODUCCIÓN

La aviación, incluyendo el transporte de pasajeros y carga y las operaciones militares, ha experimentado una rápida expansión a medida que la economía mundial ha crecido. Las emisiones totales de la aviación se han incrementado, debido a que el aumento de la demanda en el transporte aéreo ha superado las reducciones específicas por las continuas mejoras de la tecnología y los procedimientos operacionales.

Las principales emisiones de las aeronaves son el dióxido de carbono, vapor de agua y óxidos de nitrógeno y azufre. En razón de las características propias de la aviación internacional, sea ella civil o militar, el efecto de las emisiones desde aviones en vuelo es más nociva para la atmósfera, puesto que la inyección de los gases contaminantes se produce en su mismo seno¹. Debido a que el CO₂ tiene una residencia en la atmósfera de aproximadamente 100 años, al ser inyectado en el seno de la atmósfera, se mezcla efectivamente en ella, haciendo que los efectos de las emisiones de motores y turbinas de aviones, desde el punto de vista de su concentración en la atmósfera, resulten más efectivas que la emisión de las mismas cantidades en el suelo.

Además, la inclusión de la aviación en el régimen comunitario de comercio de emisiones de CO₂, que ha sido aprobada recientemente (08/07/2008) por el Parlamento Europeo, está haciendo que este sector muestre un interés creciente por adoptar medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Aunque existen una serie de opciones para reducir el impacto de las emisiones de la aviación, que incluyen cambios en la tecnología de las aeronaves y los motores y los métodos operativos, las emisiones de CO₂ siguen siendo una cuestión difícil de solucionar y cada vez existe un consenso mayor en reconocer la necesidad de utilizar nuevos combustibles con menos contenido de carbono. Encontrar combustibles libres de carbono en el sector del transporte ha sido, es y será, un reto mucho mayor



que en la generación de energía eléctrica, donde la hidroelectricidad, la nuclear, eólica, solar y otras, son alternativas libres de carbón ampliamente utilizadas.

BIOCARBURANTES

Desde que se produjo la primera crisis del petróleo en 1973, se ha considerado la biomasa² como una fuente de energía alternativa al combustible fó-

¹Informe Especial del IPCC: La Aviación y la Atmósfera Global (1999), Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ISBN: 92-9169-311-1



sil cuyo uso se ha fomentado en diversos países. En este sentido, ha sido objeto de especial atención su potencial como materia prima para la producción de combustibles alternativos para el transporte ante la situación de dependencia casi exclusiva del petróleo por parte de este sector.

Se definen como biocombustibles líquidos aquellos combustibles obtenidos a partir de biomasa que se encuentran en estado líquido en condiciones normales de presión y temperatura. Se emplean en

calderas para la producción de calor y electricidad o en motores de combustión interna, en cuyo caso se denominan biocarburantes. Entre ellos se encuentran el biodiesel y el bioetanol.

El término biocarburante engloba a todos aquellos combustibles líquidos derivados de la biomasa que tienen características parecidas a gasolinas y gasóleos, lo que permite su utilización en motores sin tener que efectuar modificaciones importantes. Los biocarburantes poseen ventajas medioambientales ya que se considera que no existen emisiones netas de CO₂ a la atmósfera, no contienen azufre y su utilización en mezclas con los combustibles fósiles supone reducciones importantes en las emisiones.

Bajo el término biocarburantes se recoge un amplio abanico de productos resultantes de procesos muy diversos y con un grado de desarrollo muy diferente, algunos están todavía en etapa experimental mientras que otros se comercializan desde hace décadas. Los productos utilizados actualmente, denominados "de primera generación", pertenecen a dos grandes familias: el bioetanol obtenido de materias primas azucaradas o amiláceas y el biodiesel obtenido a partir de semillas.

Para que los biocarburantes de origen agrícola sean una alternativa energética real se necesita que en el conjunto de los procesos de obtención se consigan balances energéticos positivos y que lleguen al mercado a un coste similar al de los productos derivados del petróleo a los que sustituyen. La falta de cultivos específicos seleccionados para fines energéticos ha hecho que se utilicen los cultivos tradicionales, como los cereales, la remolacha o la caña de azúcar para la producción de bioetanol o el aceite de girasol o de colza para la producción de biodiésel lo que ha conducido a una importante polémica sobre conflictos de competencia por las materias primas entre el mercado energético y el mercado alimentario. Aunque esta competencia, recientemente puesta sobre la mesa de manera

²El término biomasa, en su acepción más amplia, incluye cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico. Este concepto de biomasa comprende tanto a los productos de origen vegetal como a los de origen animal o microbiano, quedando fuera de este concepto los combustibles fósiles y las materias orgánicas derivadas de éstos (los plásticos y la mayoría de los productos sintéticos) ya que, aunque tuvieron un origen biológico, han sufrido cambios profundos en su composición.

En el contexto energético, se utiliza el término biomasa para denominar a una fuente de energía de tipo renovable que comprende la utilización de toda una gama de productos derivados (biocombustibles) de diversa naturaleza (sólidos, líquidos o gaseosos) que pueden tener aplicación en todos los campos de utilización de los combustibles tradicionales (electricidad, transporte, usos térmicos y como materias primas para la industria química). Esta gran diversidad de posibilidades es una de las diferencias básicas de la biomasa respecto de las restantes energías renovables, en las que la producción de energía primaria consiste básicamente en electricidad o calor.

alarmista, esté probablemente sobrestimada por muchos analistas, la mera percepción de esta competencia puede causar distorsiones en los mercados agroalimentarios.

BIOCARBURANTES DE SEGUNDA GENERACIÓN

La necesidad de evitar la competencia por las materias primas entre el sector alimentario y el energético ha hecho que se depositen tantas esperanzas en los biocarburos de "segunda generación", en otras palabras, derivados de plantas o de residuos vegetales que no entran en competencia directa con las utilidades alimentarias. Es, por tanto necesario desarrollar nuevos cultivos más productivos, con menores costes de producción y que no se destinen al mercado alimentario. Las especies dedicadas a producir biomasa con fines energéticos pueden ser de tipo herbáceo o leñoso y, entre las características ideales para este tipo de cultivos destacan la posibilidad de obtener altos niveles de productividad en biomasa con bajos costes de producción, el tener un balance energético positivo, es decir, que la energía neta contenida en el biocombustible producido sea superior a la gastada en el cultivo y en la obtención de los biocombustibles y la posibilidad de recuperar fácilmente las tierras después de finalizado el cultivo energético para realizar otros cultivos si las condiciones socioeconómicas así lo aconsejan.

Los materiales lignocelulósicos son los que ofrecen en el futuro, un potencial mayor para la producción de biocarburos. Una gran parte de los materiales con alto contenido en celulosa, susceptibles de ser utilizados para estos fines, se generan como residuos en los procesos productivos de los sectores agrícola, forestal e industrial.

Los residuos agrícolas proceden de los cultivos leñosos y herbáceos y, entre ellos hay que destacar los producidos en los cultivos de cereal y algunos otros cultivos con utilidad industrial textil y oleícola. Los residuos de origen forestal, proceden de los tratamientos silvícolas y de mejora y mantenimiento de los montes y masas forestales.

También pueden utilizarse residuos generados en algunas industrias, como la industria papelera, y la fracción orgánica de los residuos sólidos industriales. Muchos de estos residuos no sólo no tienen valor económico en el contexto en el que se generan, sino que suelen provocar problemas ambientales durante su eliminación.

Los materiales lignocelulósicos también pueden ser producidos en cultivos dedicados específicamente a la producción de biomasa con fines energéticos. Dentro de estos se pueden diferenciar dos tipos: los orientados a la producción de materiales leñosos con especies de crecimiento rápido y cultivadas en ciclos cortos, como el eucalipto o el chopo, y los orientados a la producción de especies ve-

getales anuales, que presentan un elevado contenido en biomasa lignocelulósica.

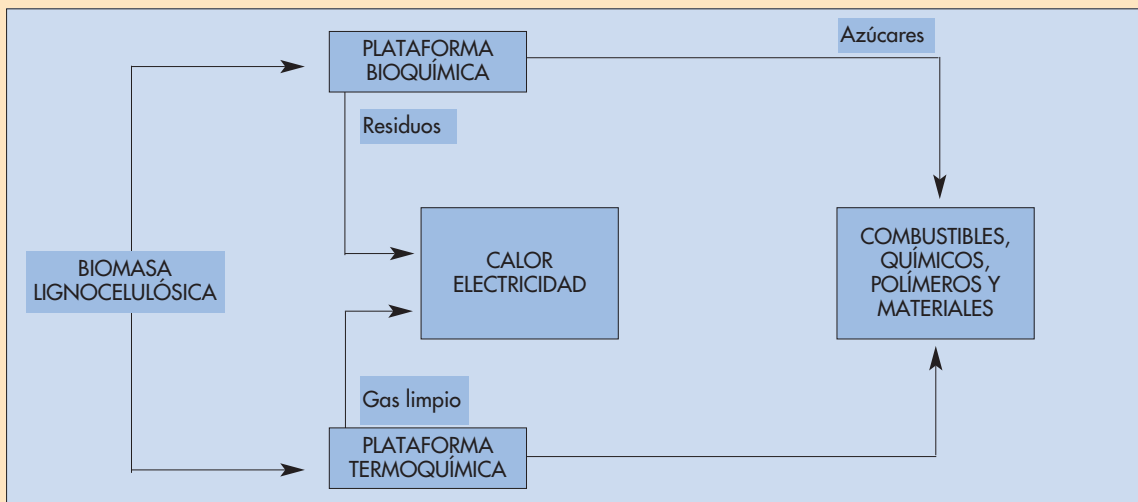
Todas estas materias primas se caracterizan por su alto contenido en celulosa, un polisacárido formado por largas cadenas de glucosa muy resistentes que hay que romper para extraer su energía. Las tecnologías de segunda generación triplican la producción por hectárea y, a diferencia de las materias primas de las tecnologías de primera generación, no compiten con la producción de alimento. Además, aunque la mayor parte de los estudios científicos coinciden en que los biocarburos suponen menores emisiones de gases de efecto invernadero (entre un 35 y un 50%) el bioetanol producido usando tecnologías de segunda generación (que debería empezar a comercializarse entre 2012 y 2015) podría disminuirlas un cien por cien.

Para la producción de biocarburos de segunda generación se pueden elegir entre tres grandes opciones. La primera es bioquímica y consiste en extraer los azúcares de la celulosa con la ayuda de enzimas muy activas. La segunda opción consiste en gasificar la materia prima para obtener gas de síntesis, transformando después esta mezcla en un carburante líquido pasando por una serie de etapas intermedias. La tercera opción consiste en la obtención de un combustible líquido mediante un proceso de pirólisis o licuefacción.

La tecnología bioquímica de hidrólisis de la celulosa puede transformar la biomasa celulósica en azúcares simples mediante reacciones a bajas temperaturas, que posteriormente se transforman de manera selectiva en biocarburos. La hidrólisis de la celulosa (utilizando catalizadores ácidos o enzimáticos) permite, en condiciones adecuadas de presión y temperatura, una solubilización de la fracción de carbohidratos (hemicelulosa y celulosa), quedando prácticamente inalterada la lignina.

Aunque todavía no existen plantas comerciales de producción de etanol que utilicen biomasa lignocelulosa, en los últimos años se han realizado avances significativos en investigación y desarrollo que están posibilitando que los procesos de producción de etanol de lignocelulosa estén cercanos a la comercialización. No obstante, es necesario seguir avanzando para desarrollar sistemas más eficientes, tanto en los aspectos de su transformación biológica (nuevas enzimas y microorganismos capaces de fermentar todos los azúcares presentes en la biomasa lignocelulósica), como en el desarrollo de procesos innovadores de fraccionamiento y purificación, así como de una utilización más eficiente de los co-productos generados.

La gasificación es un proceso mediante el que un material carbonoso, sólido o líquido, (biomasa, carbón, petróleo) reacciona con aire, oxígeno y/o vapor para producir un gas que contiene CO, H₂, CO₂, CH₄ y N₂ en diversas proporciones. Los sistemas actuales de gasificación de biomasa están dise-



ñados para producir un gas combustible que se utiliza en la generación de calor y electricidad. Los desarrollos futuros estarán basados en la obtención de gas de síntesis a partir del cual pueda obtenerse hidrógeno (combustible directo para motores de combustión interna o pilas de combustible poliméricas) por reacción shift gas-agua, metanol obtenido por síntesis, alcanos por síntesis Fischer-Tropsch, isobuteno mediante isosíntesis, etanol por fermentación o mediante catálisis homogénea y aldehídos y alcoholes mediante oxosíntesis.

La pirólisis es la descomposición térmica de la biomasa en productos sólidos, líquidos y gaseosos en ausencia de oxígeno o vapor. Dependiendo de las condiciones del proceso de pirólisis (tiempo de residencia, tasa de calentamiento y temperatura) se favorece la formación de uno u otro producto. Los líquidos de pirólisis pueden quemarse en calderas, motores y turbinas para la producción de electricidad o, tras diversos tratamientos, ser utilizados como combustible en el sector del transporte o transformado en productos químicos de alto valor añadido.

Aunque presentan diferente estado de desarrollo ninguna de estas tecnologías ha alcanzado su estado comercial y es necesario apoyar de manera decidida la investigación en este campo para hacer que los biocarburantes de segunda generación sean eficientes en términos comerciales. Algunas de las tecnologías de transformación de biomasa lignocelulósica se encuentran ya muy avanzadas. En Europa, existen tres instalaciones piloto basadas en tecnologías bioquímicas (Suecia, Dinamarca y España) y dos más basadas en procesos termoquímicos para producir biodiesel Fischer-Tropsch y biodimetiléter (Alemania y Suecia).

Recientemente, el Departamento de Energía estadounidense ha anunciado una inversión de 385 millones de dólares en los próximos cuatro años para desarrollar seis proyectos de biorrefinerías basadas en distintas tecnologías que hagan que el etanol de materiales lignocelulósicos sea competitivo en cos-

te con la gasolina en el horizonte del año 2012. Estas nuevas bio-refinerías, que supondrán una inversión total de 1.200 millones de dólares, producirán más de 130 millones de galones de etanol de celulosa al año.

Las tecnologías actuales de utilización de la biomasa para generar calor (combustión directa), electricidad (combustión y ciclo de vapor) y biocarburantes (bioetanol y biodiesel) irán evolucionando hacia tecnologías más avanzadas (gasificación, pirólisis y biocarburantes de segunda generación) que permitan obtener, a partir de la biomasa, una variedad de combustibles, productos químicos y energía desarrollando el concepto de biorrefinería. Las tecnologías avanzadas para la transformación de la biomasa también pueden constituir un punto de partida para el hidrógeno producido a partir de recursos renovables.

Una biorrefinería (ver figura) es una instalación que integra diversos procesos de producción de combustibles, vapor, electricidad y productos químicos a partir de biomasa. Es un concepto análogo al que ahora se aplica a las refinerías de petróleo en las que se producen diversos combustibles y productos químicos. Las futuras biorrefinerías constituyen la vía más prometedora para la creación de una nueva industria basada en la utilización de la biomasa que pueda aprovechar los diferentes componentes de esta y obtener combustible y productos para la industria.

Para finalizar podemos concluir que si somos capaces de asegurar las prácticas sostenibles en los cultivos energéticos y el desarrollo de tecnologías avanzadas de transformación, el futuro de los biocarburantes resulta esperanzador. La producción de biocarburantes está abriendo las puertas a un campo mucho más amplio que ya se está llamando la biorrefinería, es decir, el desarrollo de una química sustitutiva de la química "convencional" aprovechando recursos renovables y procesos poco contaminantes. •