

POSIBILIDADES REALES DE PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS EN CANARIAS A PARTIR DE DIFERENTES FORMAS DE BIOMASA

Gonzalo Piernavieja Izquierdo
Director de la División de I+D
Instituto Tecnológico de Canarias (ITC)
gpiernavieja@itccanarias.org
Noviembre 2010

1. Resumen

La biomasa es una fuente de energía renovable muy interesante (se puede gestionar mejor que otras fuentes intermitentes y variables, como la eólica o la fotovoltaica), pero afronta en Canarias algunos problemas logísticos derivados de las peculiaridades de nuestro Archipiélago (orografía compleja, fragmentación del territorio y consiguiente dificultad de alcanzar volúmenes críticos, etc.), que han inviabilizado hasta la fecha iniciativas orientadas a su aprovechamiento comercial.

En la ponencia se analizan los potenciales de los diferentes tipos de biomasa existentes en Canarias (fracción orgánica de residuos sólidos urbanos, residuos agrícolas/forestales, lodos de depuradora, macro y microalgas, etc.), se exponen las últimas tecnologías para su transformación en biocombustibles y en energía final, y se da una visión de las posibilidades futuras de aprovechamiento energético, con énfasis en la pequeña escala.

2. Introducción

Se entiende por biomasa el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial. Incluye específicamente los residuos procedentes de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, así como los subproductos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera. Están, además, los llamados cultivos energéticos para la producción de biomasa lignocelulósica, orientada a su aplicación mediante combustión o gasificación, y otras fuentes que se están investigando en la actualidad, como la extracción de aceites (para producción de biodiesel) a partir de macro- y microalgas.

El *biocombustible* es aquel combustible biológico (sólido, líquido o gaseoso) que no se ha fosilizado; distinguiéndolo de esta manera de los combustibles convencionales (carbón, petróleo y gas natural), biológicos en su origen, y fósiles en su estado actual. Para relacionar ambos conceptos, se puede decir que la biomasa se puede transformar en un biocombustible mediante diferentes procesos.

Las fuentes de biomasa pueden clasificarse según su origen en las siguientes:

- Biomasa residual
- Agrícola: restos de cultivos (leñosos y herbáceos)
- Forestal: restos de podas
- Ganadera: estiércoles de los diferentes tipos de ganado
- Actividad humana:
 - Fracción orgánica de los RSU (residuos sólidos urbanos)
 - Lodos de EDAR (estaciones depuradoras de aguas residuales)
 - Industrial
 - Industrias agroalimentarias: aceitera, vinícola, láctea...
 - Industrias transformadoras de la madera
- Cultivos energéticos
 - Herbáceos: girasol, millo y otros
 - Leñosos: chopo, eucalipto, etc.

El empleo más habitual de cada uno de estos recursos energéticos es el siguiente:

- La biomasa residual de origen agrícola, forestal, de las industrias madereras y la obtenida de los cultivos leñosos se usa para producir biocombustibles sólidos en la

mayoría de los casos. Existen experiencias incipientes en la utilización de esta biomasa sólida para la generación de biocombustibles gaseosos (gasificación) y líquidos (pirólisis).

- La biomasa fermentable, aquella procedente de residuos ganaderos, lodos, industrias agroalimentarias y la fracción orgánica de los RSU, alimenta plantas de biometanización, o de digestión anaerobia, para la producción de un biocombustible gaseoso: el biogás.
- La biomasa de los cultivos herbáceos tiene como destino fundamental la fabricación de biocombustibles líquidos para automoción o biocarburantes: el bioalcohol, procedente de cultivos con contenido en almidón o azúcares; y el biodiesel, extraído de cultivos oleaginosos.

3. Realidad de la biomasa en Canarias

Marco general

La biomasa en Canarias tiene un protagonismo escaso y no existen apenas instalaciones de aprovechamiento energético.

Sin embargo, existe una fuerte problemática ambiental debida a la generación de biomasa residual, fundamentalmente de origen agrícola, ganadero y urbano. Los residuos generados podrían transformarse, bajo determinadas condiciones, en fuentes de energía. El uso del potencial energético de la biomasa residual se justifica desde el punto de vista energético, pero también desde el ambiental; o dicho de otra forma, un problema ambiental puede convertirse en un recurso energético.

Al pensar en el presente y futuro de la biomasa residual en Canarias como fuente energética, será necesario incluir a todos los actores implicados en esta realidad: administraciones públicas, ganaderos, agricultores y representantes del sector energético. La necesidad de apoyo financiero, la interrelación histórica entre agricultores y ganaderos y los nuevos desafíos ambientales y energéticos harán necesaria la coordinación entre todos ellos para abordar esta problemática.

Otra parte por investigar es el empleo de cultivos energéticos para la producción de biocarburantes. Por un lado la crisis que vive en la actualidad el sector primario podría paliarse con la introducción de este tipo de cultivos, pero por otro lado, es necesario valorar muy bien la rentabilidad de esas iniciativas, considerando los rendimientos de las especies energéticas dentro de la realidad específica canaria, prestando atención especial a los aspectos climatológicos, edafológicos, de biodiversidad, y de disponibilidad de agua.

Experiencias previas

Las instalaciones de aprovechamiento de la biomasa en el archipiélago canario son muy reducidas, y en su mayoría no se han ejecutado por motivos energéticos sino por la obligación de la normativa ambiental de tratar los residuos antes de su vertido. Entre las instalaciones más representativas destacan:

- Aprovechamiento del gas de vertederos: casos de Arico (2 x 670 kWe) y de Juan Grande
- Digestión anaerobia para el tratamiento de lodos en diferentes EDAR.
- Planta de biogás (30 kWe) que se alimenta de restos de cocina y lodos de agua residual en el Hotel Risco del Gato (Fuerteventura).

4. Tecnologías de aprovechamiento energético

Procesos físicos

Son fundamentalmente dos, la trituración y la densificación. Se emplean en el tratamiento de los residuos forestales y agrícolas. Son procesos intermedios entre la recogida de materia prima en su lugar de origen y el empleo como combustible con el fin de facilitar el transporte y mejorar la calidad del producto.

Procesos termoquímicos

Son procesos de transformación química mediante la aplicación de calor o energía térmica para la producción directa o indirecta de calor y electricidad. Se emplean normalmente con residuos leñosos.

Los tipos de procesos más importantes son los siguientes:

- Combustión: combinación directa con aire a altas temperaturas (800 – 1000 °C) para la producción de calor
- Gasificación: combustión incompleta (cantidad de oxígeno inferior a la estequiométrica) a altas temperaturas (700 – 1200 °C) que transforma un combustible sólido en un gas de un poder calorífico de 1.000 – 1.500 kcal/kg, compuesto básicamente de CO, CH₄ y H₂.
- Pirólisis: calentamiento del material a media temperatura (450 – 700 °C) en ausencia de oxígeno. Como fruto de este proceso se generan tres fracciones: sólida, líquida y gaseosa; el porcentaje de cada fracción depende del tiempo de retención en el reactor y de la temperatura del proceso.

Procesos bioquímicos

Son aquellos en los que hay una transformación química de tipo biológico, donde intervienen diferentes microorganismos. Estos procesos solamente son aplicables a biomasa fermentable: residuos agroganaderos, fracción orgánica de los RSU, lodos de depuradora y efluentes de la industria agroalimentaria.

Se pueden dividir en dos grandes tipos: digestión anaerobia y fermentación alcohólica

Digestión anaerobia

Consiste en la transformación de la biomasa en un gas (biogás) mediante la acción de varios grupos de microorganismos que intervienen en las distintas fases del proceso. El biogás generado está compuesto fundamentalmente por dióxido de carbono y metano, éste último es el que proporciona al biogás las cualidades de combustible, con un poder calorífico de 6.000 – 7.000 kcal/kg, dependiendo del contenido en metano.

Fermentación alcohólica

Este proceso es sólo aplicable a la materia orgánica compuesta fundamentalmente por azúcares o almidón. La fermentación transforma los azúcares en etanol mediante la acción de levaduras, de forma similar a los procesos de obtención del vino o la cerveza. El etanol es separado del compuesto fermentado por destilación. Si la sustancia de partida es más compleja, caso del almidón, existe un proceso previo de producción de azúcares: la hidrólisis.

Procesos químicos

Son procesos donde, empleando como reactivo un compuesto líquido, normalmente extraído de cultivos energéticos, se obtiene un carburante biológico de alta calidad. Se distinguen dos tipos: los biodiesel, y los derivados del bioetanol.

Los procesos fundamentales son la esterificación y la producción de éter.

Esterificación

Proceso químico en el que un aceite vegetal, procedente de cultivos oleaginosos como el cardo, la colza o el girasol, reacciona con metanol para producir éster metílico. Aunque en algunos casos puede emplearse directamente el aceite como combustible, con este proceso se mejoran notablemente las cualidades como combustible, obteniendo propiedades similares al gasoil.

Producción de éter

El bioetanol se obtiene tras destilar el líquido resultante de la fermentación alcohólica de sustancias procedentes de plantas con contenido en almidón o azúcares. Las características del bioetanol pueden mejorarse mediante una reacción química, obteniendo un biocombustible de más calidad, el éter terciario butílico etílico (ETBE), de características similares a la gasolina.

Aplicaciones

La aplicación de los biocombustibles es la de cualquier otro combustible: producción de calor, electricidad o el empleo en motores de combustión interna para transporte.

Producción de calor

Los biocombustibles sólidos son los más utilizados en aplicaciones térmicas, como el secado o el aprovechamiento en procesos industriales que reutilizan sus residuos.

Producción de electricidad

Los biocombustibles gaseosos pueden alimentar grupos generadores con motores de gas diseñados específicamente; en la actualidad existen en el mercado varios modelos que funcionan con biogás o con gas de vertedero.

En el caso de una generación importante de residuos, también existen aplicaciones a plantas termoeléctricas de ciclo de vapor o de ciclo combinado, último sistema ligado normalmente a procesos de gasificación, semejantes a las convencionales.

Cogeneración

Al igual que sucede con los combustibles convencionales, el proceso de cogeneración con biocombustibles da lugar a un mayor rendimiento energético, como es el caso de las plantas de biogás, que emplean parte del calor del motor en el calentamiento del digestor.

Transporte

Los biocombustibles líquidos o biodiesel ya se están empleando con éxito en el sector del transporte en varios lugares del mundo como aditivos o como sustitución del gasoil y de la gasolina.

El bioalcohol obtenido (bioetanol) puede emplearse directamente como combustible de automoción si se realizan modificaciones en el motor, o bien emplearse como aditivo en determinados motores.

5. Potencial teórico de Canarias (por fuentes de generación; énfasis en Gran Canaria)

Biomasa de origen agrícola

Los cultivos predominantes en Canarias son el tomate y la platanera. En Gran Canaria, la producción estimada de residuos procedente de estos cultivos está en torno a las 50.000 t/año (2000). El potencial energético de este residuo es de aprox. 10.000 TEP/año.

Biomasa de origen forestal

Los principales bosques productores de biomasa son los originados mediante las repoblaciones con pino canario en las islas de Gran Canaria y Tenerife y las superficies de Laurisilva en las islas occidentales. Para Gran Canaria, el residuo se estima en aprox. 20.000 m³/año, que equivale a un potencial energético de aprox. 6.000 TEP/año.

Biomasa de origen animal

En Canarias existe una importante ganadería que genera residuos de fuerte impacto ambiental. En Gran Canaria encontramos la siguiente generación de residuos:

- Vacuno: aprox. 70.000 t/año
- Porcino: aprox. 45.000 t/año
- Avícola: aprox. 45.000 t/año

El proceso más adecuado para la valorización energética de los residuos ganaderos es la digestión anaerobia, siendo el potencial teórico de este tipo de aprovechamiento para Gran Canaria, valorado a partir de la energía del biogás, de aprox. 3.000 TEP/año.

Biomasa de origen urbano

Dentro de este tipo se incluyen la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU), los lodos de depuradora y los restos de comida de restaurantes. El aprovechamiento de la fracción orgánica de los RSU viene condicionado por la implantación de medidas que den lugar a la separación en origen y la recogida selectiva. La materia orgánica es la fracción más importante de los RSU, con valores en torno al 30% en peso. A continuación se aportan datos correspondientes a Gran Canaria:

- Materia orgánica en basuras (RSU): 175.000 – 200.000 t/año
- Materia orgánica procedente de EDAR: 15.000 t/año
- Aceites: aprox. 500.000 l/año

El potencial energético de los lodos podría situarse en torno a 1.000 -1.500 TEP/año y el de la fracción orgánica de RSU alrededor de 2.500 a 3.000 TEP/año.

(En la ponencia se realizan reflexiones relacionadas con la producción de biocombustibles a partir de microalgas).

6. Potencial real

La ejecución real de proyectos técnica y económicamente viables es mucho más reducida que el potencial teórico expuesto.

Límites del potencial teórico

Los elementos que condicionan la rentabilidad de proyectos de biomasa en Canarias son fundamentalmente los siguientes:

- *Dispersión en el espacio y en el tiempo*
Los residuos de biomasa se producen en lugares muy diferentes, que a veces, tienen un difícil acceso, como es el caso de la biomasa forestal.
Por otro lado, la generación de biomasa residual tiene su propio momento a lo largo del tiempo (caso del sector agrícola y forestal), ello hace necesario el almacenamiento tras la recogida, y por consiguiente, de una inversión adicional.
- *Problemática técnica*
A nivel general, la tecnología de la biomasa tiene una aplicación relativamente reciente basada en adaptaciones de la tecnología de combustibles fósiles. Especialmente complicadas son las tecnologías de generación de biogás, donde cada fabricante ha elaborado su proceso propio. Es necesario más tiempo para abaratar los costes de inversión y mantenimiento de los equipos. Por otro lado, se ha detectado la falta de conocimiento de las posibilidades de los recursos de biomasa.
- *Problemática económica*
Por un lado la ultraperiferia geográfica del archipiélago, y por otro la irregular orografía presente en gran parte del territorio insular hace que los costes de transporte sean especialmente elevados; ello es particularmente importante en la valoración de la viabilidad económica de plantas centralizadas. Además, con los precios actuales del mercado, la rentabilidad de una planta de producción de energía está fuertemente condicionada por el tamaño de la instalación; a mayor tamaño menores costes específicos de inversión y operación.
La introducción de biocarburantes en las islas tendría el agravante de una competencia más difícil dados los buenos precios de los combustibles, en comparación con los de la península.
La tarifa eléctrica a la que se valora el kWh de la biomasa es otro límite importante, proyectos que son viables en otros países de Europa, no lo son actualmente en España.
- *Problemática climatológica*
La escasez de lluvias que afecta tanto a la productividad del sector primario y las condiciones específicas de los suelos canarios limitan la introducción de determinados cultivos energéticos.
- *Problemática de los RSU*
El elevado potencial detectado en la materia orgánica de los RSU es solamente un número mientras no exista una adecuada gestión de este residuo.

Posibilidades reales

- *Centralización*
La codigestión anaerobia de determinados tipos de residuos orgánicos es una opción que ha dado buenos resultados. Se ha experimentado con residuos vegetales y animales, obteniendo rendimientos interesantes de producción de biogás. Por consiguiente, la opción más lógica en Canarias es plantear la centralización de residuos orgánicos en plantas de biogás medianas – grandes, siempre y cuando exista cierta proximidad en los puntos de generación de residuo y una mínima garantía en el suministro del residuo.
- *Formación*
Es imprescindible la formación de diferentes profesionales y de técnicos especialistas en el amplio sector de la bioenergía para la progresiva introducción de estas tecnologías dentro del panorama energético canario.
- *Financiación*
La viabilidad económica de los proyectos de energías renovables viene condicionada en muchas ocasiones por la obtención de apoyos financieros de la administración.
- *Tratamiento de aguas residuales mediante sistemas productivos de biomasa vegetal*
Una forma de posibilitar determinados cultivos con fines energéticos es la utilización de aguas residuales sin tratar para el riego. Estos cultivos servirían de esta manera como

depuradoras naturales, conocidas en el sector como filtros verdes, extrayendo la materia orgánica del agua residual. De esta forma se obtendrían dos interesantes objetivos: la generación de biomasa y la el tratamiento por un sistema de bajo coste energético de agua residual. De este tipo de sistemas de depuración existen diversas experiencias en la península ibérica.

La ubicación de estas depuradoras naturales debe cumplir determinados requisitos ambientales que garanticen su inocuidad sobre los recursos acuíferos subterráneos.

- *Gestión de los RSU*

La separación en origen es imprescindible para alcanzar una calidad aceptable al aprovechamiento de la materia orgánica contenida. Si existe una concentración importante de los residuos, se puede plantear una planta centralizada de biogás. Para las producciones de pequeñas localidades, lo más interesante es la generación de compost in situ y su posterior aprovechamiento por el sector agrícola de la zona. Otra posibilidad interesante es el aprovechamiento del gas de los vertederos, mediante la extracción y el posterior uso energético. De esta manera se evitarían los riesgos de accidentes por escapes incontrolados.

- *Otros usos*

Cabe citar, por último, los usos no energéticos de los residuos, como el compostaje, la producción de forraje, o el "bulking" (uso como material estructurante o relleno en carreteras y otras obras). Estos usos dan lugar a un ahorro energético indirecto, puesto que en estos procesos de reciclaje se evita el consumo energético de la producción de nuevos materiales.