

# Proyecto Integral-b: sistema de producción conjunta y sostenible de biodiesel y biogás a partir de residuos orgánicos del canal HORECA e industria alimentaria

Alfredo Rodrigo<sup>1</sup>, Lorena Martínez<sup>2</sup>, Nadia Hag-Omer<sup>3</sup> y Eduardo Miguel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>AINIA, <sup>2</sup>BIONORTE, <sup>3</sup>BFC y <sup>4</sup>Fundación CIDAUT.

### RESUMEN

El Consejo de Ministros aprobó recientemente el Anteproyecto de Ley de Residuos y Suelos Contaminados, en el que se establecen unos objetivos bastante ambiciosos de segregación y valorización de biorresiduos, entre los que se encuentran los residuos orgánicos producidos por las actividades del canal

HORECA (Hostelería, Restauración y Catering). Este nuevo marco legal obligará al sector a cambiar el modelo actual de gestión por otros modelos que permitan alcanzar los nuevos objetivos de forma técnica y económicamente viable.

Ainia centro tecnológico, Fundación CIDAUT, Biogas Fuel Cell S.A. y BIONORTE participan en un pro-

yecto de demostración co-financiado por el programa europeo LIFE+, cuyo objetivo es evaluar desde el punto de vista técnico, económico y ambiental un nuevo sistema integrado para la valorización de estos biorresiduos conjuntamente con los aceites vegetales usados generados por estas mismas actividades.

El proyecto evaluará las ventajas medioambientales, energéticas y económicas que se consiguen al integrar en una misma instalación las tecnologías de producción de biodiesel y de biogás. Para ello, se ha diseñado y construido una planta piloto, ubicada en las instalaciones que la empresa BIONORTE tiene en Asturias, en las que se realizarán las pruebas experimentales de demostración, y con la que se obtendrá la información necesaria para evaluar tanto su sostenibilidad ambiental (mediante un estudio de Análisis del Ciclo de Vida) como su viabilidad económica.

### PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN LAS ACTIVIDADES HORECA

Según datos del INE del año 2008, en España había 14.872 hoteles y hostales, 76.814 restaurantes y 12.971 comedores colectivos



Planta piloto Integral-B



y establecimientos de catering. En estos establecimientos HORECA se producen dos tipos de residuos orgánicos: los restos de comida que se desechan durante la manipulación de los alimentos (transporte, almacenamiento, control de calidad), su procesado y su consumo final, y los aceites vegetales usados o de fritura.

Los residuos orgánicos están constituidos por partes no aprovechables de las materias primas, unidades defectuosas o fuera de los estándares de calidad, alimentos caducados, sobras de los platos, etc. y, son por tanto, mezclas de muy diverso origen (carne, verduras, fruta, pescado, lácteos, pan, etc.). Resulta complicado determinar cual es el porcentaje de la materia prima inicial que se desecha finalmente en el proceso, ya que depende de muy variados factores tales como el tipo de alimento procesado, el tipo de comida elaborada, el estándar de calidad del establecimiento, el grado de procesado, las dosis por comensal, etc. Algunos estudios, como el realizado en Suecia en 4 restaurantes y comedores de colegio, indican que aproximadamente se desecha alrededor de un 20% de la comida inicial (Engström and Carlsson-Kanyama 2004). Según un informe no publicado del IDAE, se estima que en España se producen más de 500.000 t/año de residuos orgánicos en actividades de hostelería, restauración y catering.

Los aceites usados de cocina o de fritura son mezclas de diversos tipos de aceites vegetales (oliva, soja, girasol, refinados, etc) que tienen como características más destacadas su elevada acidez, la presencia de restos sólidos de los alimentos con los que han estado en contacto y un contenido variable



de humedad. Todas estas características dificultan su aprovechamiento posterior. No existen estadísticas publicadas de la cantidad de aceites vegetales usados generados por las actividades HORECA en España, aunque se estima que puede ser superior a las 80.000 t.

### Gestión de los aceites vegetales usados

En España, los aceites vegetales usados generados por los hoteles, restaurantes e industrias agroalimentarias se recogen mayoritariamente de forma segregada a través de los gestores de residuos autorizados en las diferentes comunidades autónomas. Desde que el Reglamento (CE) nº 1774/2002 prohibió el uso de aceites vegetales usados para alimentación animal, la alternativa de valorización más utilizada es la producción de biodiésel.

En España existen 48 plantas de producción de biodiésel, con una capacidad total de producción de 4,2 millones de toneladas. La producción de biodiésel a partir de aceites vegetales usados, fue de unas 60.000-80.000 t du-

rante el año 2010.

A pesar de ser un biocombustible ecológico de altas prestaciones, el futuro del sector del biodiésel en España está en peligro debido al bajo consumo actual (en 2010 sólo se vendieron 1.2 millones de toneladas en todo el país y se rebajó la obligación global de biocarburantes del 5,83 al 4,78% en términos energéticos, incumpliendo los objetivos marcados por la Unión Europea) y a que la mayor parte del biodiésel vendido se importa de otros países en los que su producción está subvencionada (durante el primer trimestre de 2010 el 75% del producto vendido fue importado).

El biodiésel se obtiene por la reacción de transesterificación del aceite vegetal (triglicéridos) con metanol, en presencia de un catalizador básico. Químicamente, la transesterificación consiste en tres reacciones consecutivas y reversibles en las que el triglicérido se convierte en diglicérido, monoglicérido y glicerina sucesivamente. Como subproducto de la reacción se obtiene glicerina cruda que, una vez purifica-



da puede usarse para la obtención de productos de alto valor añadido, como cosméticos, lubricantes, productos farmacéuticos, etc.

Sin embargo, cuando se utiliza aceite vegetal usado como materia prima en la producción de biodiésel, la glicerina que se obtiene es de baja pureza, ya que aparece mezclada con otros compuestos como sales de sodio, jabones, agua o metanol. La fluctuación del precio de la glicerina en el mercado es tan elevada que no hace rentable su purificación y, por tanto, la industria del biodiésel se ve obligada a buscar alternativas comerciales para la glicerina cruda. Además, cuando la materia prima es aceite vegetal usado, se obtienen otros residuos del proceso de limpieza y purificación de este aceite, como son los sólidos de filtración y los lodos de decantación cuya gestión puede resultar complicada y costosa.

La viabilidad de las plantas de biodiésel depende en gran medida de la mejora de su sostenibilidad económica y, en concreto, de la mejora de su eficiencia energética y de los ingresos obtenidos por la glicerina y la valorización del resto de residuos del proceso

### Gestión de los residuos orgánicos

A diferencia de lo que ocurre con los aceites vegetales usados, en España no existen, en la mayoría de los casos, sistemas de gestión específicos para los residuos orgánicos de las actividades HORECA, y por ello suelen gestionarse conjuntamente con otros residuos sólidos urbanos. Las razones que dificultan el desarrollo de estos sistemas de gestión son fundamentalmente de carácter económico, aunque también de carácter legal y técnico:



- Elevados costes de recogida en los centros de producción:

- Los residuos no pueden ser almacenados mucho tiempo puesto que se descomponen con facilidad y, por tanto, es necesario que su recogida sea frecuente.

- La elevada humedad de los residuos (que puede llegar a más del 95% en algunos restos vegetales) encarece su transporte hasta su destino final.

- La producción de residuos está deslocalizada en un gran número de establecimientos.

- Se trata de residuos de naturaleza y composición muy diversa y con un porcentaje de humedad muy elevada, por lo que no existen muchas alternativas disponibles para su valorización. El Reglamento (CE) 1069/2009, que deroga el anterior Reglamento (CE) 1774/2002, prohíbe la utilización de los residuos de cocina para la alimentación de animales de granja, aunque pueden utilizarse en plantas de biogás o compostaje para producir gas o abono biológico.

- La vigente Ley 10/1998 de Residuos no establece requisitos específicos para la gestión de los residuos de cocina.

Esta situación cambiará previsiblemente con la nueva Ley de Residuos, que traspone la Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE. En el anteproyecto de ley que aprobó el Consejo de Ministros a principios del mes de marzo, se establecen unos objetivos de valorización de biorresiduos, entre los que se encuentran los residuos orgánicos generados por las actividades del canal HORECA, en un 20% para el año 2016 y en un 40% en 2020. Este nuevo marco legal obligará a buscar nuevas alternativas de gestión y valorización que resulten técnica y económicamente viables para los sectores implicados.

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El consorcio formado por **AINIA centro tecnológico, Bionorte, Biogas Fuel Cell S.A. y Fundación CIDAUT** está desarrollando el proyecto **Integral-b** cuyo objetivo es demostrar la viabilidad técnica y económica un sistema sostenible para la producción conjunta de biogás y biodiesel a partir de los residuos orgánicos generados en las actividades HORECA y en las industrias alimentarias, que incluye



tanto los aceites vegetales usados como los residuos orgánicos.

Ambos procesos de valorización ya se desarrollan en la actualidad por separado a escala industrial, pero no existen experiencias ni se han evaluado suficientemente las ventajas medioambientales, energéticas y económicas de su integración en una misma instalación. Las sinergias que se consiguen con la integración de ambos procesos son:

- La planta de biogás permite valorizar los residuos de filtración del aceite usado (sólidos y fangos), así como la glicerina excedentaria del proceso de producción de biodiesel.

- Compartir y optimizar los sistemas de recogida y transporte de residuos orgánicos y aceites vegetales usados, aspecto clave en la viabilidad económica de la recogida segregada.

- Obtener electricidad y calor utilizable en el proceso a partir de la combustión del biogás en un motor de cogeneración.

La segunda novedad del proyecto es el desarrollo de un motor poli-combustible procedente de

automoción y su integración con un sistema de purificación de glicerina bruta que emplea parte del calor contenido en los gases de escape del motor.

Por tanto, el sistema se presenta como una alternativa para la valori-

## Participantes en el proyecto

El proyecto, que cuenta con un presupuesto que supera los 1,4 millones de euros, de los cuales el 50 por ciento provienen del Programa *Life+* de la Comisión Europea, tiene una duración de 3 años. El pro-



Consorcio del proyecto Integral-b

zación conjunta de los residuos orgánicos del canal HORECA y de la industria agroalimentaria, al tiempo que busca la mejora de la eficiencia energética de las plantas de biodiesel y, por tanto, de su sostenibilidad económica y medioambiental.

yecto está coordinado por **ainia centro** tecnológico y participan **Bionorte, Biogas Fuel Cell S.A. y Fundación CIDAUT.**

## Descripción del sistema

El sistema consiste en integrar



Donoso Cortés, 7 bajo  
E-33204 Gijón (Asturias)

Tel: (0034) 985 17 59 50  
Fax: (0034) 985 35 25 99



**EQUIPOS ESPECIALES E INSTALACIONES DE BIOGAS**



Captación y conducción  
Antorchas



Estaciones de regulación  
Compactos de extracción-combustión



Sistemas de medida y análisis  
Adecuación y tratamiento de biogás



Centrales de extracción e impulsión  
Valorización energética

Soluciones energéticas para un mundo sostenible

E-Mail: [info@inbiogas.com](mailto:info@inbiogas.com)

[www.inbiogas.com](http://www.inbiogas.com)



|   |   |
|---|---|
|  | <p><b>ainia</b> es un centro tecnológico especializado en desarrollar I+D+i aplicada al sector agroalimentario y afines. Su misión es aportar valor a la empresa, liderando la innovación y el desarrollo tecnológico de forma responsable y comprometida. Es uno de los centros tecnológicos alimentarios referentes en Europa. Entre sus líneas de especialización tecnológica destacan sus trabajos en sostenibilidad, entre otros, en valorización de subproductos agroalimentarios para producción energética, utilización y aplicación del ozono como tecnología limpia, técnicas de oxidación avanzada, análisis de ciclo de vida de productos, etc.</p> |
|  | <p><b>Biogas Fuel Cell S.A.</b> es una empresa tecnológica que aplica soluciones innovadoras a la producción y el aprovechamiento del biogás. Tiene su sede principal en Gijón (Asturias) y está presente a través de sus sociedades en diversos países de Latinoamérica. Su actividad se desarrolla en torno a tres áreas de negocio: I+D+i, ingeniería y explotación. La estrategia permanente de la empresa es crear valor mediante la generación de conocimiento y su posterior desarrollo a través de nuevas opciones que permitan una gestión sostenible de residuos, dar valor añadido al biogás y contribuir a combatir el cambio climático.</p>        |
|  | <p><b>BIONORTE</b> es una empresa privada del Grupo Isastur cuya principal actividad es la producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usados. El Grupo Isastur está especializado en el desarrollo de proyectos industriales y de generación de energía "llave en mano". BIONORTE nació en 2001 y dispone de una planta de biodiesel con una capacidad de producción de 25.000 t/año.</p>  |
|  | <p>La <b>Fundación CIDAUT</b>, Centro de Investigación y Desarrollo en Transporte y Energía, tiene como objetivo general la realización de actividades de investigación fundamental e industrial para el desarrollo de productos y procesos de valor añadido aplicables en los sectores de transporte y energía. En el ámbito energético, CIDAUT trabaja en el desarrollo e implantación de tecnologías energéticas sostenibles, destacando en particular nuevos procesos de producción biocombustibles líquidos, gasificación de biomasa, tecnologías del hidrógeno y el uso de estas fuentes en motores o en demandas térmicas.</p>                           |

en una planta de biodiesel que utiliza aceites vegetales usados recogidos en el canal HORECA e industria agroalimentaria, un sistema de digestión anaerobia para la producción de biogás a partir de los residuos orgánicos generados en esos mismos establecimientos y junto con la glicerina excedentaria y los residuos de filtración de los aceites vegetales. La digestión anaerobia es una tecnología que permite el tratamiento conjunto de residuos orgánicos de diverso origen, elevada humedad y diversa composición.

El biogás producido, una mezcla compuesta fundamentalmente por metano y dióxido de carbono, se utiliza como combustible junto con la glicerina excedentaria previamente purificada en un motor alternativo especialmente adaptado.

De este modo, se consigue un proceso cerrado de valorización de residuos, cuyo esquema se muestra en la siguiente figura.

## EXPERIENCIA PILOTO EN ESPAÑA.

El consorcio **Integral-B** ha diseñado y construido una planta piloto que se ha ubicado en la planta de Biodiesel que la empresa BIONORTE tiene en la localidad de San Martín del Rey Aurelio (Asturias). La planta piloto de demostración está formada por dos módulos:

- Módulo de digestión anaerobia, que convertirá los restos orgánicos en biogás
- Módulo motor adaptado-sistema de purificación de glicerina bruta

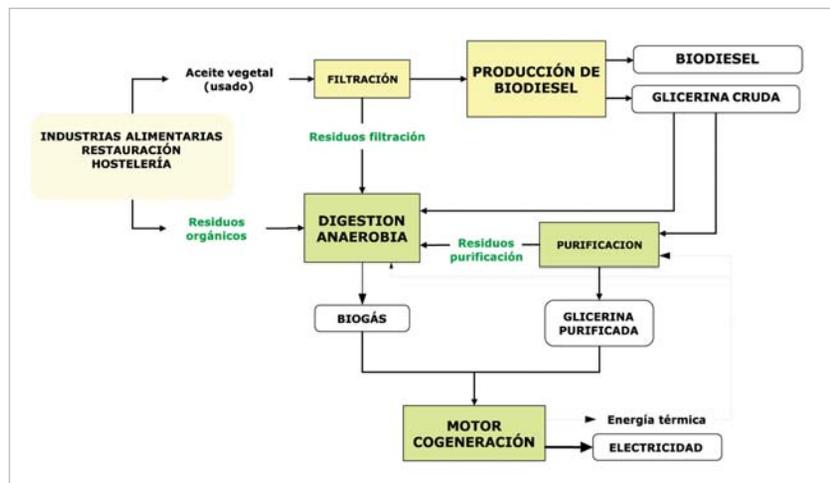
En esta planta piloto se realizarán las pruebas experimentales de demostración y se obtendrá la información necesaria para evaluar tanto su sostenibilidad ambiental (mediante un estudio de Análisis del Ciclo de Vida) como su viabilidad económica.

En base a los resultados obtenidos, se podrá definir un modelo simplificado de aplicación a una escala industrial.

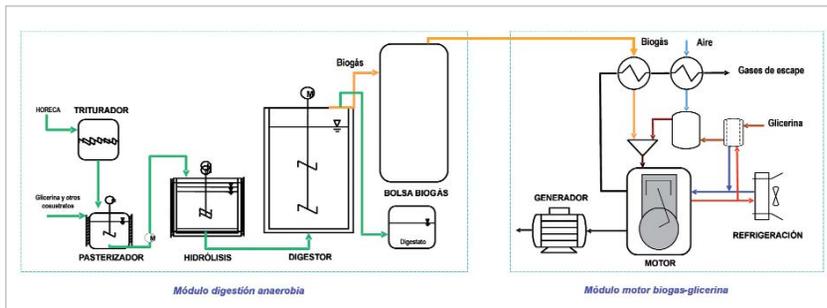
## Módulo Biogás

La planta consta de un sistema de pretratamiento (tritrador y pasteurización de 1 m<sup>3</sup>), un sistema de fermentación (tanque de hidrólisis de 2.5 m<sup>3</sup> y digester anaerobio de 8.5 m<sup>3</sup>) y un gasómetro para el almacenamiento de hasta 20 m<sup>3</sup> de biogás para su posterior uso en el módulo del motor.

Además, la planta cuenta con un sistema on-line de análisis de la composición del biogás generado y un pequeño laboratorio para el control de los distintos parámetros.



Esquema de valorización energética del proyecto Integral-b



tros del proceso. Con el fin de monitorizar los parámetros de control, la planta dispone de diversos sensores instalados a lo largo del proceso para la medida de temperatura, pH, niveles, cantidad y calidad de biogás, tiempos de residencia, etc. Además, estos valores son recogidos y analizados en un sistema PLC/SCADA remoto que permite la monitorización y operación automatizada del proceso, tanto en la propia planta como por control remoto desde un sistema operacional de control instalado en las propias oficinas de Bfc.

La planta de digestión anaerobia se alimenta diariamente con una mezcla de residuos HORECA, glicerina, sólidos de filtración

de aceites y residuo lácteo previamente definida en los ensayos preliminares realizados en las plantas piloto de AINIA. Los objetivos de las pruebas experimentales son: determinar la estabilidad y respuesta del proceso a velocidades de carga orgánica (VCO) crecientes, y optimizar la composición de la mezcla de residuos



Detalle del módulo motor instalado en la planta piloto

para obtener la mayor productividad de biogás.

## Motor policombustible y módulo purificación glicerina

El módulo cuenta con un motor de combustión interna alternativo de encendido provocado (MEP) acoplado a un generador asíncrono con una potencia nominal de 15 kW. El sistema permite la generación de energía eléctrica para su volcado a la red y la recuperación de parte de la energía térmica generada. El sistema está preparado para mezclar la corriente de biogás con una proporción de glicerina antes del colector de admisión del motor. Consta 3 subsistemas principales:

- Subsistema de evaporación y limpieza de la glicerina, para la evaporación controlada de la glicerina y su limpieza de sales antes de su introducción en el motor.
  - Conjunto motor-alternador.
  - Conjunto colector de admisión.
- La admisión del motor ha sido diseñada para permitir una mezcla adecuada e incorpora un sistema de regulación para el control de la dosificación.

El módulo motor cuenta con un sistema de monitorización y control específico que permite la operación del mismo de manera automática y cuenta con la posibilidad de acceso remoto, minimizando las necesidades de traslado de personal técnico en caso de incidencia.



Detalle de parte del módulo de digestión anaerobia

## REFERENCIAS

- Engström, R. and Carlsson-Kanyama, A. 2004. Food losses in food service institutions – Examples from Sweden. *Food Policy* 29 (2004): 203-213.
- IDAE. "Situación actual y potencial de generación de biogás en España" (no publicado)