

EL CB2G Y EL PROYECTO BUTANEX T: SENTANDO LAS BASES PARA UNA NUEVA GENERACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES MÁS SOSTENIBLES

EL PROYECTO EUROPEO BUTANEX T (BIOBUTANOL DE NUEVA GENERACIÓN), TIENE COMO OBJETIVO PRINCIPAL ENSAYAR, VALIDAR Y OPTIMIZAR, TANTO A ESCALA LABORATORIO COMO DE PLANTA PILOTO, CADA UNA DE LAS ETAPAS UNITARIAS QUE DAN LUGAR AL PROCESO GLOBAL DE PRODUCCIÓN DE BIOBUTANOL A UN COSTE RAZONABLE A PARTIR DE RESIDUOS DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA Y LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

El Centro de Biocombustibles de Segunda Generación (CB2G), que pertenece al Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) y está ubicado en la localidad navarra de Aoiz, ha sido concebido con la vocación de ser una infraestructura de I+D+i que ponga a disposición de la comunidad científica e industrial una serie de plantas piloto semi-industriales capaces de reproducir, desarrollar y evaluar un amplio abanico de rutas de conversión de biomasa lignocelulósica y residuos a una escala que permita analizar la viabilidad de los procesos. El centro, cuya puesta en marcha se llevó a cabo a finales de 2012, posibilita por tanto la transferencia de los resultados obtenidos en los proyectos de investigación en innovación industrial a través de la fase piloto/prototipo.

El CB2G es una infraestructura cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional “Una manera de hacer Europa”, el Ministerio de Economía y Competitividad, el Gobierno de Navarra y CENER.

Entre sus instalaciones dispone de una Unidad de Procesos Bioquímicos, denominada así por ser una instalación en la cual se pueden llevar a cabo diferentes rutas de conversión basadas en el empleo de procesos químicos y biológicos a partir de diversos tipos de biomasa, para la obtención de un amplio abanico de biocombustibles y bioproductos. Concretamente, la instalación se compone de:

- Planta piloto capaz de reproducir todas las etapas de conversión de la biomasa lignocelulósica en etanol/butanol u otros bioproductos (desde el pretratamiento hasta la fermentación).
- Planta semi-industrial que abarca las siguientes etapas: alimentación de biomasa, hidrólisis enzimática, separación sólido-líquido, detoxificación y acondicionamiento de fracción líquida y fermentación.

Ambas son totalmente flexibles y permiten trabajar empleando diferentes regímenes de operación y configuraciones (SHF¹, SSF², CBP³) y llevar a cabo diversos procesos de fermentación tanto en aerobiosis como en anaerobiosis. Además incluye el siguiente equipamiento:

- Equipo de pretratamiento hidrotermal.
- Reactores de hidrólisis enzimática con elevado contenido en sólidos (dos reactores de 3 m³).
- Batería de fermentadores (de 1, 3 y 6 m³ de capacidad)
- Reactor de propagación de microorganismos.
- Equipamiento auxiliar
- Laboratorio de caracterización, microbiología y análisis

¹ Hidrólisis y fermentación por separado; | *Separate Hydrolysis and Fermentation*

² Sacarificación y fermentación simultáneas | *Simultaneous Saccharification and Fermentation*

³ Proceso biológico consolidado | *Consolidated Biological Process*

THE CB2G AND THE BUTANEX T PROJECT: PAVING THE WAY FOR A NEW GENERATION OF MORE SUSTAINABLE BIOFUELS

THE MAIN GOAL OF THE EUROPEAN BUTANEX T (NEXT GENERATION BIO-BUTANOL) PROJECT IS TO TEST, VALIDATE AND OPTIMISE, AT LABORATORY AND PILOT SCALE, EACH OF THE INDIVIDUAL STAGES THAT FORM PART OF THE PRODUCTION PROCESS OF BIO-BUTANOL FROM LIGNOCELLULOSIC BIOMASS AND THE ORGANIC FRACTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE AT A REASONABLE COST.

The Second Generation Biofuel Centre (CB2G) belongs to the National Renewable Energy Centre (CENER) and located in the town of Aoiz in Navarre, has been conceived as a R&D infrastructure which consists of a number of semi-industrial pilot plants opened to the scientific and industrial community. This facility is capable of reproducing, developing and evaluating a wide range of lignocellulosic biomass and waste conversion routes, at a scale that enables the feasibility assessment of these processes. The centre started its activity at the end of 2012, making easier the transfer of results from industrial research and innovation projects to the demo stage by means of the pilot/prototype stage.

The CB2G is co-funded by the “A way of making Europe” European Regional Development Fund, the Ministry of Economy and Competitiveness of Spain, the Government of Navarre and CENER.

Among its facilities the centre includes a Biochemical Processes Unit, a facility in which different conversion routes



Figura 1. Vista general de la planta semi-industrial del módulo bioquímico del CB2G | Figure 1: General view of the biochemical unit semi-industrial plant at the CB2G

Todo ello complementado por un equipo integrado por personal técnico experimentado en el mantenimiento y operación de las instalaciones, asistido en todo momento por investigadores del departamento de Biomasa de CENER, que están especializados asimismo en áreas multidisciplinares. Entre los servicios que presta la unidad de procesos bioquímicos del departamento de Biomasa de CENER se encuentran:

- Caracterización y análisis de diferentes materias primas (residuos agrícolas, biomasa forestal, cultivos energéticos, residuos agroalimentarios y fracción orgánica de residuos sólidos urbanos).
- Procesos de fraccionamiento/pretratamiento (p.ej.: autohidrólisis, hidrólisis ácida y/o alcalina, organosolv, etc.).
- Procesos de hidrólisis enzimática y fermentación.
- Caracterización de biocombustibles y bioproductos.

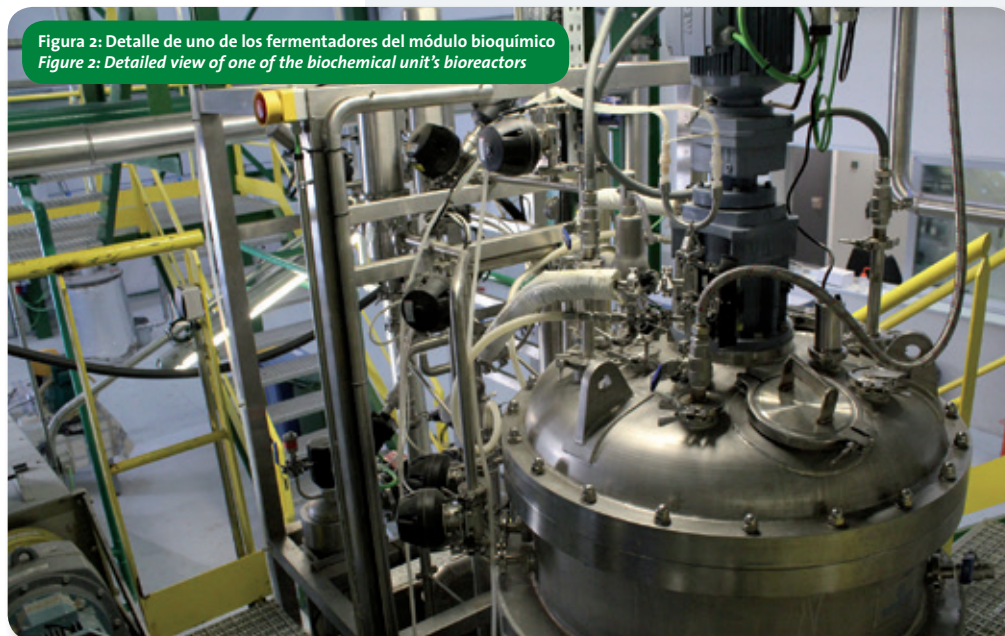
Existe la posibilidad de integrar estas etapas para el desarrollo y evaluación de un proceso global de conversión que a su vez puede ser complementado con la posibilidad de efectuar los correspondientes balances de materia y energía, así como de un estudio acerca de la sostenibilidad medioambiental basado en la herramienta del Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Desde su puesta en marcha, en el módulo bioquímico continuamente se vienen desarrollando proyectos relacionados con la valorización de la biomasa para la obtención de biocombustibles y bioproductos, entre los cuales destaca el nuevo proyecto europeo ButaNexT. El proyecto ButaNexT (Biobutanol de Nueva Generación), recientemente aprobado en el marco del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea (nº de contrato: 640462), tiene por objetivo el desarrollo y validación de un proceso de menor coste económico, energéticamente más eficiente y sostenible, para la conversión de materias primas lignocelulósicas y residuos en biobutanol, para su empleo en el sector del transporte. Por ello, se estudiará su comportamiento en mezclas tanto con combustibles fósiles (gasolina y diésel), como con otros biocombustibles (bioetanol y biodiésel).

El plan de trabajo del proyecto está organizado de forma que inicialmente se llevará a cabo el desarrollo y optimización de las etapas individuales del proceso (pretratamiento, hidrólisis enzimática, fermentación...) a escala de laboratorio (bench) y posteriormente se integrarán todas ellas en la planta piloto. Está previsto que al mismo tiempo se lleven a cabo ensayos de comportamiento de las mezclas, y ensayo en motores. Además, también se realizará un estudio técnico-económico del proceso incluyendo indicadores para medir el impacto medioambiental y social.

En este proyecto CENER tiene como misión llevar a cabo la integración de las etapas individuales y los resultados preliminares, con objeto de validar el proceso global. Todas estas tareas se llevarán a cabo en el módulo bioquímico del CB2G, donde se utilizará el equipamiento disponible y también se recibirán temporalmente equipos cedidos por otros socios del proyecto.

Figura 2: Detalle de uno de los fermentadores del módulo bioquímico
Figure 2: Detailed view of one of the biochemical unit's bioreactors



can be designed and carried out through the use of chemical and biological stages and using different types of biomass and waste to produce a wide range of biofuels and bio-products. This unit is composed of the following elements:

- Pilot plant capable of reproducing all stages of the conversion of lignocellulosic biomass into ethanol/butanol or other bio-products (from pretreatment to fermentation).
- Semi-industrial plant with the following stages: biomass feed-in, enzymatic hydrolysis, solid-liquid separation, detoxification and liquid fraction conditioning, and fermentation.

Both plants are completely flexible and enable different operating set-ups and configurations (SHF¹, SSF², CBP³), as well as allowing different fermentation processes to be carried out, both aerobic and anaerobic. In more detail both plants feature the following equipment:

- Hydrothermal pretreatment unit.
- Enzymatic hydrolysis reactors with high solids content (two 3-m³ reactors).
- Bioreactor train (with capacities of 1, 3 and 6 m³).
- Microorganism propagation reactor.
- Auxiliary equipment.
- Characterisation, microbiology and analysis laboratory.

All this is complemented by high-qualified technical staff with experience in plant operation and maintenance. This team is supported and complemented by skilled researchers from CENER's Department of Biomass. Some of the services provided by the Biochemical Processes Unit include:

- Characterisation and analysis of different raw materials (agricultural waste, forest biomass, energy crops, agro-food waste, the organic fraction of municipal solid waste, etc.).
- Development and optimisation of fractionation and/or pretreatment processes (e.g., autohydrolysis, acid and/or alkaline hydrolysis, organosolv, etc.).
- Development and optimisation of enzymatic hydrolysis and fermentation processes.
- Characterisation of biofuels and bio-products.

There is also the possibility of integrating all these stages for the development and evaluation of a global conversion process, which in turn can be complemented with the corresponding



Figura 3: Reactor de pretratamiento hidrotermal de la planta piloto del módulo bioquímico del CB2G | Figure 3: Hydrothermal pretreatment reactor at the biochemical unit in the CB2G

material and energy balances, as well as an environmental sustainability assessment based on the Life Cycle Analysis (LCA) tool.

Since the biochemical module, started its activity several projects have been continuously carried out to obtain biofuels and bio-products. Outstanding amongst these is the ButaNexT project. The ButaNexT (Next Generation Bio-butanol) project, recently approved within the framework of the Horizon 2020 Programme for Research and Innovation of the European Union (contract no. 640462), has the aim of developing and validating a cheaper, more energy efficient and sustainable process for the conversion of lignocellulosic feed-stocks and waste into bio-butanol for use in the transport sector. For this purpose, some studies will be carried out on the behaviour of bio-butanol in blends with both fossil fuels (gasoline and diesel) and conventional biofuels (bioethanol and biodiesel).

The work plan is organised in such a way that the development and optimisation of the individual process stages (pretreatment, enzymatic hydrolysis, fermentation...) will be first carried out at laboratory (bench) scale and once optimised all these stages will be subsequently integrated into a pilot plant unit. It is envisaged that tests will be performed at the same time on the behaviour of blends, including some tests in engines. Moreover a technical-economic

study of the process will also be carried out, including indicators to measure the environmental and social impact.

Within this project, CENER's mission is to carry out the integration of the individual stages and the preliminary results, with the objective of validating the overall process. All these tasks will be undertaken in the CB2G biochemical unit. All the equipment available in-house as well as equipment provided on a temporary basis by other project partners will be used for this project.

The ButaNexT Consortium is made up of a multidisciplinary team composed of a number of SMEs (GreenBiologics Ltd.-coordinator, DyadicNetherlands, E4Tech, C-TechInnovation Ltd., Zabala Innovation Consulting and Greenovate! Europe), three research bodies (VITO, Universidad de Castilla-La Mancha and CENER) and a private enterprise (Técnicas Reunidas) from United Kingdom, Belgium, Netherlands and Spain. All partners will work in close cooperation to develop new technologies to enable a reduction in bio-butanol production costs, minimise environmental impact and lay the foundations for future scaling-up and commercialisation.

It is remarkable that projects such as ButaNexT will reinforce the role of the CB2G as a unique and relevant technology facility at European level. This will also help the development, optimisation and scale-up of some new production processes for advanced biofuels and bio-products, paving the way to their development on an industrial scale.

El Consorcio de ButaNexT está compuesto por un equipo multidisciplinar formado por varias pymes (Green Biologics Ltd.-Coordinador, DyadicNetherlands, E4Tech, C-Tech Innovation Ltd., Zabala Innovation Consulting y Greenovate! Europe), tres organismos de investigación (VITO, Universidad de Castilla-La Mancha y CENER) y una empresa (Técnicas Reunidas) procedentes de Reino Unido, Holanda, Bélgica y España.

Todos ellos trabajarán estrechamente para el desarrollo de nuevas tecnologías que permitirán la reducción de los costes de producción del biobutanol, así como minimizar su impacto medioambiental y sentar las bases para el futuro escalado del proceso y explotación a nivel comercial.

Es evidente que el desarrollo de proyectos como ButaNexT contribuirá a que el CB2G se perfile como una instalación tecnológica singular de gran relevancia a nivel europeo que permitirá el desarrollo y optimización de procesos de producción de nuevos biocombustibles y bioproductos de cara a su futuro desarrollo industrial.



Inés del Campo

Dpto. de Biomasa del Centro Nacional de Energías Renovables (CENER)
Department of Biomass of the Spanish National Renewable Energy Centre (CENER)



The ButaNEXT project has received funding from the European Union Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement 640462.