

## Aprovechamiento de biomasa lignocelulósica residual para usos energéticos: potencial energético del piro-gas

M. González Alriols<sup>1</sup>, E. Corro<sup>1</sup>, N. Martelo<sup>1</sup>, R. Volpe<sup>2</sup>, M.M. Antxustegi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación "Biorefinery Processes, BioRP". Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente. Universidad del País Vasco, UPV/EHU.

<sup>2</sup> Department of Electrical, Electronics and Computer Engineering, University of Catania, Catania, Italy.

maria.gonzalez@ehu.eus

Palabras clave: pirolisis, pirogas, central micro-CHP, potencial energético.

### Introducción

Este trabajo analiza el potencial de los residuos agrícolas de tipo lignocelulósico como materia prima para obtener una fuente de energía en forma de pirogas mediante un proceso termoquímico (pirolisis). Se evaluó el poder calorífico del piro-gas y su potencial para alimentar un sistema micro combinado de calor y electricidad (micro-CHP). Estas plantas funcionan acoplando un motor de combustión interna recíproco que permite la recuperación de calor con un generador eléctrico, para generar simultáneamente energía térmica y eléctrica. En este estudio se recoge la comparativa entre residuos lignocelulósicos de tipo cáscara (nuez y avellana) y de tipo hueso (aceituna y melocotón).

### Experimental

El equipo experimental utilizado para la conversión termoquímica de la biomasa mediante pirolisis ha sido una planta piloto de pirolisis ubicada en Catania (Italia) copropiedad del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática (DIEEI) de la Universidad de Catania, la industria "Plastica Alfa s.r.l." y el "Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)" de Catania. La puesta a punto de la planta piloto la realizó Antonio Agrifoglio para su trabajo de Tesis Doctoral [1]. La planta procesa biomasa lignocelulósica con un tamaño de partícula de 2-4 mm, o pellet de 5x10 o 5x20 mm. El caudal es 30 kg/h y la temperatura puede variar entre 500 y 850°C. La velocidad de calefacción se ajusta entre 10 y 60 °C/min. El reactor utilizado es cilíndrico de tambor giratorio alimentado por un motor eléctrico externo. El reactor trabaja en atmósfera de nitrógeno para asegurar la ausencia de oxígeno necesaria en la pirolisis.

### Resultado y discusión

Las materias primas seleccionada para este estudio han sido huesos de aceituna y melocotón junto con cáscaras de nuez y avellana. Un estudio previo sobre los rendimientos de productos de pirolisis (piro-gás, bio-aceite y bio-carbón) en la planta piloto con estas materias primas trabajando a temperaturas comprendidas entre 500 y 900°C indicó que el rendimiento de la fracción gas aumenta con la temperatura. Por tanto, se seleccionó una temperatura de trabajo de 800 °C y se determinó el poder calorífico de la corriente de piro-gas como alimento de una central micro-CHP basando los cálculos en un trabajo previo [2], en base al modelo REC2-40G de la marca Enerblu Industry [3], con una potencia de salida total hasta 100 kWe, trabajando con una potencia eléctrica neta base de 43 kWe a carga completa, 22 kWe a media carga y a una temperatura de 800 °C. A dicha temperatura, los valores correspondientes a los flujos másico y volumétrico, y al poder calorífico superior de las fracciones de piro-gas obtenidas se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Caudal másico, volumétrico, poder calorífico superior (HHV) y potencia mecánica disponible para las fracciones de piro-gas obtenidas

Tipo de biomasa	Piro-gas		Poder calorífico superior, HHV (MJ/kg)	Potencia inicial, P <sub>mec</sub> (kW)
	Másico (kg/h)	Volumétrico (m <sup>3</sup> /h)		
Huesos aceit.	18,5	73,2	28,6	139,7
Huesos meloc.	17,7	72,9	27,2	127,1
Cáscara nuez	16,4	60,7	16,1	69,6
Cáscara avellana	15,9	58,8	17,8	74,7

De acuerdo con la potencia disponible, el modelo de micro central elegido (REC2-40G) trabaja al porcentaje de carga indicado en la Tabla 2, donde también se incluyen las eficiencias térmicas y eléctricas y las potencias térmica y eléctrica finales estimadas.

**Tabla 2.** Carga, eficiencias y potencia final de las fracciones de piro-gas obtenidas

Tipo de biomasa	Carga (%)	Piro-gas				
		Eficiencia		Pot. inic. P <sub>mec</sub> (kW)	Potencia final	
		η <sub>térmica</sub> (%)	η <sub>eléctrica</sub> (%)		P <sub>térmica</sub> (kW <sub>term</sub> )	P <sub>eléctrica</sub> (kW <sub>elect</sub> )
Huesos aceituna	98,4	61,0	29,5	139,7	85,2	41,2
Huesos melocotón	89,5	56,4	26,9	127,1	71,7	34,2
Cáscara nuez	49,1	30,9	14,7	69,6	21,5	10,2
Cáscara avellana	52,6	33,1	15,8	74,7	24,7	11,8

Las materias primas de tipo "hueso" generaron un volumen superior de gas que las de tipo "cáscara" con mayor HHV, por lo que serían más adecuadas para su aprovechamiento en la generación de piro-gas para la obtención de energía térmica y electricidad.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos en términos de rendimiento (caudal másico) y poder calorífico superior (HHV) fueron adecuados para el uso del piro-gas como alimentación de una central combinada de producción de calor y electricidad, siendo las materias primas de tipo "hueso" las que presentaron los mejores resultados.

### Agradecimientos

Los autores de esta publicación agradecemos a la Diputación Foral de Gipuzkoa por financiar esta investigación mediante el Programa "Etorikizuna Eraikiz", convocatoria 2022).

### Referencias

- [1] Agrifoglio A. PhD thesis. 2019. Modeling, Software Simulation and Preliminary Test of a Biomass Pyrolysis Pilot Plant. University of Catania. Electric Electronics and Computer Eng. Dep.
- [2] Agrifoglio A., Fichera A., Gagliano A., Volpe R. 2021. Energy analysis of a micro-cogeneration unit fed by biogas as a function of pyrolysis operating parameters, Comptes Rendus. Chimie, 24, S1, 39-55.
- [3] Micro central CHP Enerblue Industry. [http://enerblu-cogeneration.com/en/product\\_models/301-rec2-40-g.html](http://enerblu-cogeneration.com/en/product_models/301-rec2-40-g.html)