

CAPÍTULO 2

Usos alternativos para la biomasa.
Búsqueda de valor añadido
para subproductos,
la hidrocarbonización.

ANDRÉS ÁLVAREZ MURILLO

El presente trabajo se enmarca dentro de las líneas de investigación que se desarrollan en el grupo de investigación GAIRBER (Grupo de Aprovechamiento Integral de Residuos Biomásicos y Energías Renovables) del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Extremadura (UEX). La investigación de GAIRBER se centra en el aprovechamiento de residuos biomásicos con fines energéticos, así como técnicas que aportan valor añadido a la biomasa.

Esta línea de investigación se crea con la finalidad de una búsqueda del aprovechamiento de recursos biomásicos, que en la actualidad presentan cierta limitación a la hora de aportar un valor añadido, debido al alto contenido en humedad. Este estudio plantea una alternativa a los procesos termoquímicos tradicionales. Mediante la carbonización hidrotérmica o hidrocarbonización (HTC, del inglés *Hydrothermal Carbonization*), la biomasa, introducida en agua, se somete a calentamiento en condiciones moderadas de temperatura (150 – 250 °C), y presión (ésta se autogenera en el proceso, o puede ser controlada mediante la adición de gases). Como resultado, se obtiene una fracción carbonosa llamada hidrocarbonizado, o más comúnmente hidrochar (HC), que contiene una proporción en carbono mayor a la del material de partida. Existen numerosas ventajas en este proceso:

- Es un proceso muy sencillo, e implica un bajo coste en comparación con otros procesos de carbonización tradicionales.
- El proceso es exotérmico y autocatalizado por la formación de iones hidronio.
- No se emiten gases al exterior; al llevarse el proceso en un recipiente herméticamente cerrado, los gases que se producen como consecuencia del proceso actúan generando presión en el reactor, lo cual acelera el proceso.
- Se evitan los problemas derivados de la formación de alquitranes (*tars*), tan molestos en el caso de los procesos de pirólisis.
- Económicamente es un proceso más ventajoso que otros mecanismos de carbonización, no sólo por el ahorro en gases inertes o el gasto térmico, sino porque, comparativamente, una mayor parte del carbono del precursor permanece en la fase sólida.
- La biomasa a hidrocarbonizar no necesita someterse a un secado previo, como ocurre con otros procesos termoquímicos.
- La hidrocarbonización de biomásas puede convertirse en un factor clave para el desarrollo de áreas rurales, que puedan dotar de un valor añadido a sus residuos, mediante una tecnología sencilla que no requiere una elevada inversión.

Con estas premisas, se plantean como objetivos investigar y demostrar el potencial del tratamiento de hidrocarbonización sobre diferentes precursores biomásicos, analizar sus similitudes con combustibles fósiles tradicionales y desarrollar modelos que permitan entender y predecir el comportamiento de este proceso termoquímico.

En el caso de la hidrocarbonización, el contenido en humedad del precursor deja de convertirse en un problema, lo cual es relevante, al permitir el empleo de materiales que son desechados para su uso energético en otras aplicaciones, como algas (Jazrawi, Biller, Ross, Montoya, Maschmeyer y Haynes, 2013) o fangos (Parshetti, Liu, Jain, Srinivasan y Balasubramanian, 2013). Además, el balance energético del proceso resulta muy interesante. El hecho de que la biomasa no necesita ser secada aporta la posibilidad de ahorrar gran cantidad de energía (la temperatura de vaporización del agua es igual a $2.258 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ a 10^5 Pa), que es la que sería necesaria aportar en un proceso de pirólisis. Berge, Ro, Mao, Flora, Chappell y Bae (2011) experimentaron con diferentes residuos biomásicos, prestando atención al poder calorífico, y concluyeron que el proceso de HTC es exotérmico, y además el proceso es energéticamente favorable, debido a que la energía requerida para calentar el agua de la reacción (en un sistema cerrado en condiciones de saturación) es muy pequeña en comparación con los procesos termoquímicos tradicionales (2,4 veces menor, de acuerdo con sus estimaciones). Kruse, Baris, Troger y Wieczorek (2013) realizaron un estudio a mayor escala y concluyeron que es muy eficiente energéticamente.

En cuanto a cómo transcurre el proceso, tratar de elaborar un esquema del mismo es una tarea muy compleja, dado el gran número de reacciones que intervienen, y que, a menudo, muchas de ellas se solapan. A pesar de ello, algunos autores han propuesto algunos modelos. La descripción que se presenta a continuación es una combinación de todos ellos (Knežević, Van Swaij y Kersten, 2010). Al objeto de facilitar el análisis del proceso, la Figura 1 muestra el diseño del modelo propuesto.



Figura 1. Esquema de las reacciones que tienen lugar durante la HTC de la biomasa.

En el marco de un nuevo escenario energético, la participación de fuentes de energías renovables es una prioridad. Se conocen varias formas de pretratamiento para mejorar las características físico químicas de la biomasa para su posterior combustión. Entre estas se pueden incluir el secado (Song, Starfelt, Daianova y Yan, 2012), peletizado (Miranda *et al.*, 2011), ultrasonido (García, González Alriols y Labidi, 2012), lavado químico (Tan y Wang, 2009), torrefacción (Van der Stelt, Gerhauser, Kiel y Ptasinski, 2011), etc.

Entre los recursos biomásicos que se encuentran en nuestra región se puede plantear el tratamiento del residuo procedente de la producción anual de tomate fresco, que es a nivel mundial aproximadamente de 100 millones de toneladas. Más de la tercera parte se destina para la industria del procesado alimentario, haciendo que este cultivo sea el líder a nivel global de procesado de vegetales (Tomato News, 2015). España resulta ser uno de los mayores productores, con una producción anual de más de 4 millones de toneladas, de las cuales, Extremadura y Andalucía contribuyen a más del 75%. Además, la actividad del procesado del tomate se da en un periodo de tiempo acotado de entre dos y tres meses. La producción diaria de residuos de esta actividad resulta ser muy alta, lo que conlleva problemas asociados con su gestión y tratamiento. Este hecho ha motivado la búsqueda de vías para usar el residuo procedente del procesado del tomate, en particular la piel y las semillas. Hasta ahora, los estudios se han centrado en el secado, la combustión y la pirolisis (Mangut *et al.*, 2006). Hasta el momento no se han encontrado referencias de autores que hayan considerado el uso con procesos de carbonización hidrotérmica.

REFERENCIAS

- Berge, N. D.; Ro, K. S.; Mao, J.; Flora, J. R. V.; Chappell, M. A. y Bae, S. (2011). Hydrothermal carbonization of municipal waste streams. *Environmental Science and Technology*, 45(13), 5696–5703. doi: 10.1021/es2004528
- García, A.; González Alriols, M. y Labidi, J. (2012). Evaluation of the effect of ultrasound on organosolv black liquor from olive tree pruning residues. *Bioresource Technology*, 108, 155–161. doi: 10.1016/j.biortech.2012.01.010
- Jazrawi, C.; Biller, P.; Ross, A. B.; Montoya, A.; Maschmeyer, T. y Haynes, B. S. (2013). Pilot plant testing of continuous hydrothermal liquefaction of microalgae. *Algal Research*, 2(3), 268–277. doi: 10.1016/j.algal.2013.04.006
- Knežević, D.; Van Swaaij, W. P. M. y Kersten, S. R. A. (2010). Hydrothermal conversion of biomass: II, Conversion of wood, pyrolysis oil, and glucose in hot compressed water. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 49(1), 104–112. doi: 10.1021/ie900964u
- Kruse, A.; Baris, D.; Troger, N. y Wieczorek, P. (2013). Scale-Up in hydrothermal carbonization. En M. M. Titirici (Ed.), *Sustainable Carbon Materials from Hydrothermal Processes* (pp. 353–363). Oxford: Wiley.

- Mangut, V.; Sabio, E.; Gañán, J.; González, J. F.; Ramiro, A.; González, C. M.; Román, S. y Al-Kassir, A. (2006). Thermogravimetric study of the pyrolysis of biomass residues from tomato processing industry. *Fuel Processing Technology*, 87(2), 109–115. doi: 10.1016/j.fuproc.2005.08.006
- Miranda, M. T.; Arranz, J. I.; Román, S.; Rojas, S.; Montero, I.; López, M. y Cruz, J. A. (2011). Characterization of grape pomace and pyrenean oak pellets. *Fuel Processing Technology*, 92(2), 278–283. doi: 10.1016/j.fuproc.2010.05.035
- Parshetti, G. K.; Liu, Z.; Jain, A.; Srinivasan, M. P. y Balasubramanian, R. (2013). Hydrothermal carbonization of sewage sludge for energy production with coal. *Fuel*, 111, 201–210. doi: <http://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.04.052>
- Song, H.; Starfelt, F.; Daianova, L. y Yan, J. Y. (2012). Influence of drying process on the biomass-based polygeneration system of bioethanol, power and heat. *Applied Energy*, 90(1), 32–37. doi: 10.1016/j.apenergy.2011.02.019
- Tan, H. y Wang, S. (2009). Experimental study of the effect of acid-washing pretreatment on biomass pyrolysis. *Journal of Fuel Chemistry and Technology*, 37(6), 668–672. doi: 10.1016/S1872-5813(10)60014-X
- Tomato News (2015). *Tomato processing Industry*. Recuperado de <http://www.tomatonews.com/resources.html>
- Van der Stelt, M. J. C.; Gerhauser, H.; Kiel, J. H. A. y Ptasinski, K. J. (2011). Biomass upgrading by torrefaction for the production of biofuels: A review. *Biomass and Bioenergy*, 35(9), 3748–3762. doi: 10.1016/j.biombioe.2011.06.023

APUNTES BIOGRÁFICOS

Andrés Álvarez Murillo (Badajoz, 1987) cursó sus estudios en Ingeniería Industrial y posteriormente se incorporó a la Universidad de Extremadura como personal Investigador. En la actualidad está finalizando su Tesis Doctoral que tiene como temática el aprovechamiento de recursos biomásicos mediante el uso del proceso termoquímico denominado Carbonización Hidrotérmica.

Contacto: andalvarez@unex.es