

GENERACIÓN DE BIO COMBUSTIBLES A PARTIR DE LA PIRÓLISIS DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES

Edwin Angel Torres Torres¹, Marcelo Mendes Pedroza², Elaine da Cunha Silva Paz³, Danilo Rodrigues de Almeida⁴, Magno Tavares Lima dos Santos⁵, Thaysa Araújo Campos⁶

¹Engenheiro de Alimentos pela Universidade Nacional del Callao- IFTO, email: antornito@gmail.com

²Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte- IFTO, e-mail: mendes@ifto.edu.br

³Licenciada em Química pela Universidade Federal do Piauí- IFTO, e-mail: elaine@ifto.edu.br

⁴Estudante do Ensino Médio Integrado em Mecatrônica –IFTO, bolsista do CNPq. e-mail: dani-ro-d-almeida@hotmail.com.

⁵Estudante do Ensino Médio Integrado em Agronegócio, bolsista do CNPq. e-mail: magnetavares99@gmail.com

⁶Estudante do Ensino Médio Integrado em Agronegócio, bolsista do CNPq. e-mail: thaysacampos.tc@gmail.com

Resumo: En este trabajo se evaluó la producción de biocombustibles a partir de la pirólisis de lodos en una planta de tratamiento de aguas servidas. El reactor utilizado para la pirólisis fue el reactor UASB anaeróbico de flujo ascendente de la Compañía de Saneamiento de Tocantins (Foz / Saneatins). El lodo utilizado antes de la pirólisis fue sometido a un proceso de secado y molienda previa para garantizar la homogeneidad de la muestra. El diámetro fue de 0,59 mm. La pirólisis se realizó en el reactor a diferentes temperaturas (450,500, 550 y 600°C). El contenido de metal se determinó por la técnica de ICP-OES. El valor calorífico bruto se determinó mediante bomba de calorimetría Parr 1341. La humedad, cenizas, material volátil de los lodos residuales fueron 12,00, 38,1 y 53,9%, respectivamente. El mayor rendimiento en carbón fue 62,3% que se obtuvo realizado a 450 °C y el rendimiento más bajo fue 53,8% que se obtuvo a 600 °C. El rendimiento máximo de alquitrán fue de aproximadamente 10,8%, obtenido a 450 °C. El mayor contenido de gas fue de 22% y se determinó la temperatura del reactor de 600 °C. De acuerdo a esto, las características químicas de la biomasa, el valor calorífico bruto (21,07 MJ/kg) y el contenido de carbono (26,97%) indicaron que el uso de los residuos como un precursor para la producción de biocombustibles. La temperatura tuvo un efecto negativo para las fracciones sólidas y líquidas, y positivo para la fase de gas.

Palavras-chave: alquitrán, biomasa, carbón, pirólisis

1. INTRODUCCIÓN

El lodo doméstico es una mezcla heterogénea compleja de materiales orgánicos e inorgánicos (Metcalf y Eddy, 2002). Los sólidos de lodo normalmente contienen materia orgánica 60-80%. Los materiales orgánicos de este tipo de residuos se componen de proteína cruda 20-30%, 6-35% de grasa y 8-15% de carbohidratos (Eckenfelder, 2000).

La pirólisis es un proceso endotérmico que implica en el calentamiento de la biomasa (normalmente entre 300 °C y 600 °C), en "cuasi-ausencia" de aire, con la formación de vapores que después de la condensación producen un líquido que por lo general se indica como alquitrán, finos de carbón y gases no condensables, que se puede utilizar para generar calor y energía para el proceso en sí mismo, o para el mercado local (Pedroza, 2010).

Este estudio tuvo como objetivo producir los biocombustibles a partir de la pirólisis de lodos en una depuradora en cilindro giratorio con el objetivo de aplicación industrial.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El lodo residual utilizado en las pruebas de pirólisis se produce en el reactor UASB (reactor anaeróbico de flujo ascendente) de la Compañía de Saneamiento de Tocantins (Foz / Saneatins).

Para facilitar los procedimientos de pirólisis y garantizar la homogeneidad del material, las muestras han pasado por el proceso de secado y molienda. Se molió la muestra mecánicamente en un molino de bolas. El diámetro de partícula fue de 0,59 mm (Figura1).

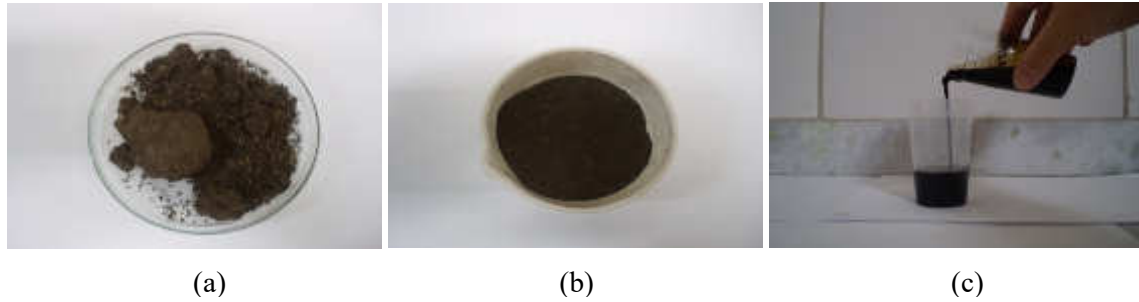


Figura 1 – Lodo Anaerobio de reactor UASB: (a) el lodo crudo, (b) la muestra molida, y (c) alquitrán obtenido del proceso de pirólisis

Para caracterizar la humedad, cenizas y materiales volátiles se emplean técnicas gravimétricas clásicas. El contenido de metal se determinó por la técnica de ICP-OES. El valor calorífico bruto se determinó mediante bomba de calorimetría Parr 1341. El reactor se hizo funcionar a diferentes temperaturas: 450, 500, 550 y 600 °C, los valores comúnmente adoptados por otros investigadores para la pirólisis de lodos de depuradora. El material sólido producido durante la pirólisis (carbón) se recuperó en un separador de sólidos. El alquitrán se recogió después de unidad centrifugación en tres recuperadores de líquidos. La fracción acuosa se separó del alquitrán con la adición de diclorometano y posterior decantación. Los gases del proceso se recogieron en el colchón inflable y pesado.

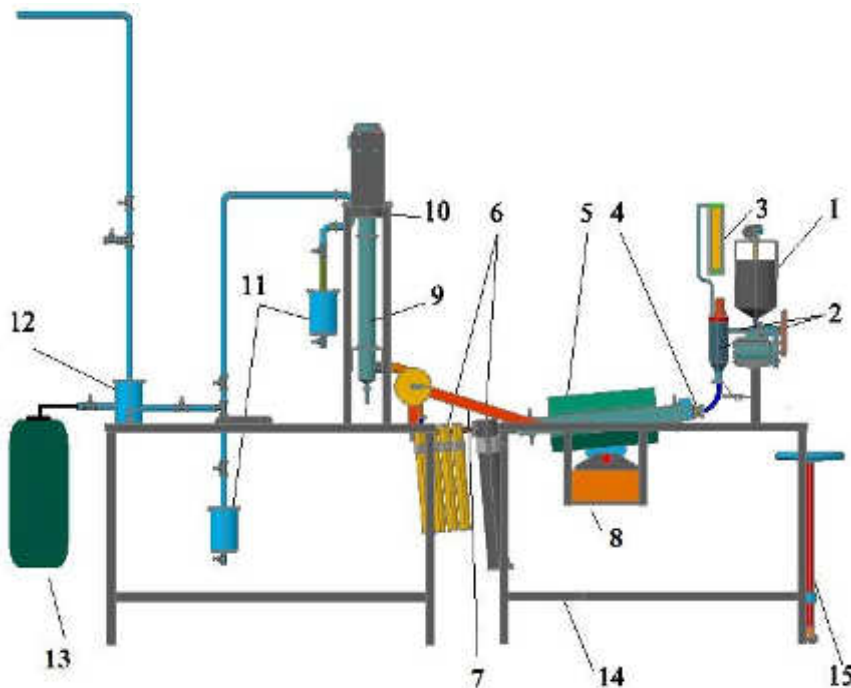


Fig. 2. Diagrama esquemático de la pirólisis de lodos de depuradora para producir biocombustibles

1 – Alimentador de biomassa primario	8 – Control de temperatura del reactor
2 – Alimentador de biomassa secundario	9 – Columna de condensación de vapores
3 – Rotametro	10 – Centrífuga
4 – Reactor de cilindro rotativo	11, 12 – Colectores de alquitrán

5 – Horno eléctrico bipartido	13 – Reservatorio de coleta de gases
6 – Recuperadores de finos de carbón	14 – Estructura metálica
7 – Bracos de inclinação do reator	15 – Huso de accionamiento de inclinación

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad, cenizas, material volátil de los lodos residuales fueron 12,00, 38,1 y 53,9%, respectivamente. El hierro se encuentra en la concentración más alta (28 911 mg/kg). También se identificaron otros metales en el lodo: zinc (891 mg/kg), cobre (219 mg/kg), manganeso (82 mg/kg) y el plomo (47 mg/kg). La unidad de pirólisis se compone de las siguientes partes: (a) Sistema de suministro de biomasa, (b) Sistema de tambor rotativo y calentamiento del reactor, cuya longitud es de 100 cm y capacidad para procesar la biomasa de 2 kg/h (c) Sistema de separación de sólidos y (d) Sistema de condensación de alquitrán.

El experimento con mayor rendimiento de carbón fue 62,3% que se obtuvo operado a 450 °C y el rendimiento más bajo fue 53,8% que se obtuvo con la temperatura a 600 °C (Figura 3). La reducción en el rendimiento de los sólidos con el aumento de temperatura puede atribuirse a la devolatilización de compuestos sólidos orgánicos (hidrocarburos, ácidos húmicos, proteínas) o gasificación parcial de carbón de residuos carbonoso a altas temperaturas. El devolatilización es el primer paso en la producción de carbón por procesos térmicos.

Según Yuan et al. (2013) cuando mayor la temperatura de pirolisis, más material volátil es emitido del lodo de esgoto, convertido en alquitrán y gas.

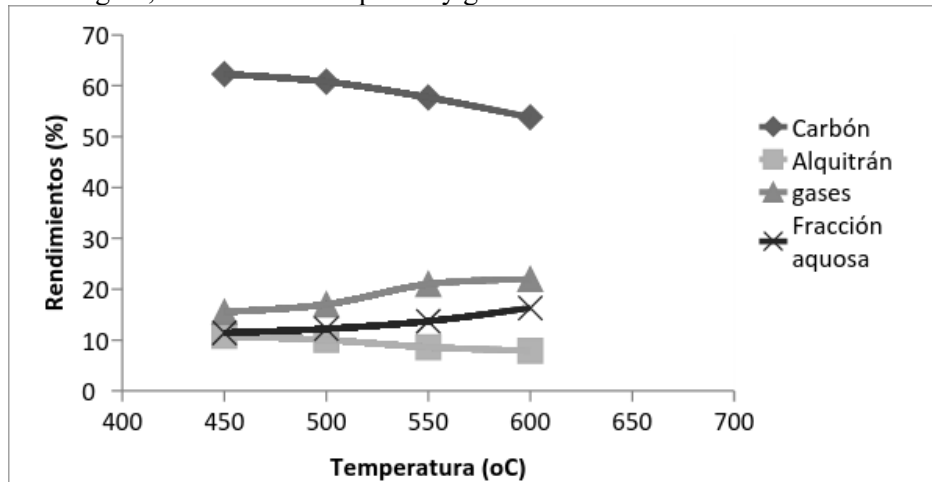


Figura 3 – Rendimiento de los productos de la pirólisis de los lodos de depuradora

La fracción líquida se sometió a una reducción menor cuando se compara con la fracción sólida. La degradación térmica de alquitrán causado probablemente por la presencia de dolomita en los lodos de depuradora y se intensificó a altas temperaturas pueden haber influido en la disminución de la cantidad de líquidos pirolíticos, induciendo así obtener un mayor porcentaje de la fracción gaseosa. En cuanto al tratamiento térmico de lodo residual, algunos investigadores observaron que el contenido de metales puede actuar en las reacciones catalíticas durante el proceso de pirólisis, facilitando la degradación térmica del residuo. Fonts et al., (2009) determinaron que el contenido de metales de la biomasa favoreció a un aumento de la fracción gaseosa y la disminución del porcentaje de la fracción líquida. Dominguez, Menéndez e Pis (2006) H₂, era mayor cuando fue empleado un lodo con mayor contenido de metales.

El rendimiento máximo de alquitrán fue de aproximadamente 10,8%, obtenido a 450 °C. El mayor contenido de gas fue de 22% y se determinó la temperatura del reactor de 600 °C.

6. CONCLUSIONES

Las características químicas de la biomasa, el valor calorífico bruto (21,07 MJ/kg) y el contenido de carbono (26,97%) indican que el uso de los residuos como un buen precursor para la producción de biocombustibles. La temperatura tuvo un efecto negativo para las fracciones sólidas y líquidas, y positivo para la fase de gas. Se observa que las temperaturas más altas promueven una mayor degradación de los vapores de la pirólisis en las cadenas de carbono más pequeñas.

REFERENCIAS

- A ECKENFELDER, W.W. **Industrial Water Pollution Control**. Boston, McGraw-Hill, 2000.
- DOMÍNGUEZ, A., MENEDEZ, J. A., PIS, P.P. (2006) **Hydrogen rich fuel gas production from the pyrolysis of wet sewage sludge at high temperature**, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 77, 127-132.
- FONTES, L., AZUARA, M., GEA, G., MURILLO, M. B. (2009) **Study of the pyrolysis liquids obtained from different sewage sludge**, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 85, 184 – 191.
- Metcalf & Eddy, INC. **Wastewater engineering: Treatment, disposal and reuse**. Ed. McGraw-Hill, New York, 1334p, 2002.
- PEDROZA, M. M. **Bio-óleo e Biogás da degradação termoquímica de lodo de esgoto doméstico em cilindro rotativo**. Tese de Doutorado, Universidade do Rio Grande do Norte, 210 p, 2010.
- PEDROZA, M. M., et al. **Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão**. *Revista Liberato*, 11, p.147-157, dez. 2010.
- VIEIRA, G. E. G., et al. **Low temperature conversion (LTC) – An alternative method to treat sludge generated in an industrial wastewater treatment station – Batch and continuous process comparison**. *Bioresource Technology*, 100, p.1544–1547, ago. 2009.
- YUAN, H.; LU, T.; ZHAO, D.; HUANG, H.; NORIYUKI, K. & CHEN, Y. **Influence of temperature on product distribution and biochar properties by municipal sludge pyrolysis**. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 1-5, 2013.