

# DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DEGRADACIÓN TÉRMICA SOLAR DE BIOMASA (PIRÓLISIS Y GASIFICACIÓN)

Almaguer Galván Gustavo (1), Rodríguez Alejandro David Aarón (2)

1 [Estudiante de sexto semestre de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Energías Renovables, Universidad de Guanajuato] | [gus10barca@gmail.com]

2 [Departamento de Ciencias ambientales, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [da.rodriguez@ugto.mx]

## Resumen

La pirólisis es un proceso de descomposición térmica de componentes orgánicos en residuos de biomasa en ausencia de oxígeno, a una temperatura media de aproximadamente 500 °C. La pirólisis se considera el método prominente para extraer diferentes tipos de bio-aceites (**Bioaceite, carbón y gases combustibles**), es considerada como una energía renovable, de diferentes tipos de biomasa. El problema con esta técnica es el coste económico y energético en el proceso de calentamiento de la biomasa en el reactor. Dado que los combustibles se utilizan para calentar el reactor externamente, o se utilizan resistencias eléctricas para calentar la biomasa internamente. Ahí es donde se requiere una fuente de calor que no implique un coste energético y por lo tanto económico muy alto, aparte de no contaminar el mismo grado. La pirólisis solar puede ser la técnica para ayudar a mitigar estos costos de energía. En la pirólisis solar el reactor es calentado externamente por un calentador parabólico que refleja la radiación solar. Esta técnica se está desarrollando ya que todavía está buscando un diseño de reactor que permita la rotación del calentador solar para lograr una irradiación uniforme y por lo tanto una descomposición térmica más uniforme.

## Abstract

Pyrolysis is a process of thermal decomposition of organic components into biomass residues in the absence of oxygen, at an average temperature of approximately 500 °C. Pyrolysis is considered the prominent method for extracting different types of bio-oils and syngas, is considered as a renewable energy of different types of biomass. The problem with this technique is the economic and energy cost in the heating process of the biomass in the reactor. Since the fuels are used to heat the reactor externally or electrical resistors are used to heat the biomass internally. That is where a heat source is required that does not imply an energy cost and therefore very high economic, apart from not contaminate the same degree. Solar pyrolysis may be the technique to help mitigate these energy costs. In solar pyrolysis the reactor is externally heated by a parabolic heater that reflects the solar radiation. This technique is being developed as it is still looking for a reactor design that allows the rotation of the solar heater to achieve uniform irradiation and therefore a more uniform thermal decomposition.

## INTRODUCCIÓN

El interés en el aprovechamiento de múltiples formas de energía renovable se ha derivado a diferentes causas, la principal de ellas es la crisis energética, debido al agotamiento de las fuentes de combustible fósiles, y su impacto ambiental, con la consecuente demanda de combustibles seguros y eficientes. Aunado a esto el enorme crecimiento poblacional que demanda una mayor cantidad de energía.

Se han buscado diversas técnicas que impliquen el uso de fuentes para generar energía limpia y sustentable. La pirólisis es una de estas técnicas, se considera que es el método prominente para extraer energía renovable (Bioaceite) de diferentes tipos de biomasa incluyendo residuos agrícolas, residuos forestales y residuos municipales [1].

La gasificación por su parte es un proceso termoquímico usado para convertir materia carbonosa en un gas sintético ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2$ ) de bajo poder calorífico en un ambiente con privación de oxígeno, por lo que este proceso permite producir metanol o hidrógeno [1].

Aunque claro la pirólisis presenta desventajas en cuanto a su porcentaje de eficiencia, es decir; si su generación de energía en todas sus formas (biocombustibles) es mayor a la energía que se utiliza para su funcionamiento. Esto debido a que ocupa de un calentamiento al reactor el cual es proporcionado por combustibles fósiles, generando así un gran costo energético y un alto grado de contaminación.

Es ahí donde se hace uso de un recurso inagotable, el sol, dando lugar a una técnica denominada, pirólisis solar, la cual ayudara en el calentamiento externo del reactor. Además de que dicha técnica requiere de reactores más simples y pequeños, debido a los aparatos de combustión de los sistemas de pirólisis convencionales. Sin embargo, la pirólisis solar aún está en fase de mejoramiento. [2].

## Antecedentes

Los biocombustibles son recursos energéticos procesados por el ser humano a partir de materias

producidas por seres vivos a las que se les llama biomasa [3].

El término biomasa se refiere a los materiales orgánicos derivados de plantas o animales. Según la definición de la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2005) es la siguiente: "Material orgánico no-fosilizado y biodegradable originado por las plantas, animales y microorganismos. Esto también incluye los productos, subproductos, residuos y desechos forestales, agrícolas y relacionados a la industria, así como las fracciones orgánicas no fósiles biodegradables de la industria y el sector urbano" [4,5].

Un problema recurrente de la utilización de la biomasa radica en el espacio que ocupa para realizar todo el proceso de obtención de biocombustible, por lo que una alternativa a este problema es la utilización de tecnología llamada peletización [6-8].

## Objetivo

Realizar un prototipo experimental de fabricación de pelets de biomasa, así como un reactor de pirólisis y gasificación solar para pruebas de producción de biocombustibles

## Hipótesis

- Se puede crear un prototipo mecánico de laboratorio para hacer pelets de biomasa.
- Se puede manufacturar un pirolizador que puede funcionar como gasificador para obtener diferentes tipos de biocombustibles.

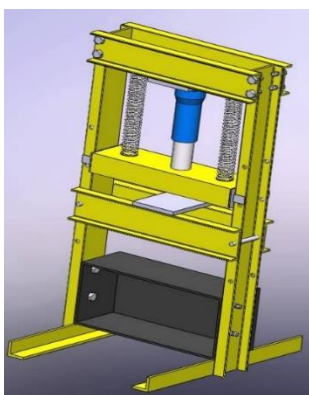
## MATERIALES Y MÉTODOS

Para proceder con el diseño de la peletizadora, se realizó una búsqueda de prototipos funcionales, los cuales fueran a base de un gato hidráulico, el cual realiza una cierta presión sobre la biomasa que se busca compactar. Para poder adicionar las medidas correspondientes fue necesario saber la cantidad de material con el que íbamos a contar:

- PTR color negro

- PTR color rojo
- Gato hidráulico de tipo botella de 4t
- 2 armellas
- Resortes
- 2 abrazaderas

Una vez realizado el diseño como se muestra en la imagen 1 (Modelo en solidworks), se procedió a adicionar las medidas para poder construir la prensa hidráulica.



**IMAGEN 1: Modelado de la peletizadora en CAD.**

Al mismo tiempo, se recolectaron diferentes tipos de biomasa para sus pruebas posteriores, dichas clases fueron: 1.- aserrín de madera de pino, hojas de eucalipto, planta de fresa, así como cáscara de nuez (Imagen 2) y lirio acuático de yuriria (imagen 3).

El procedimiento de preparación es el molido de la biomasa, secado a un 20 %, después se mezcla en una relación 1:10, baba de sábila con la biomasa para después hacer los pelets a una presión aproximada de 36 kgf de presión. El tamaño de los mismos es de 5 cm de alto por 2 cm de diámetro como se muestra en la imagen 4, en donde el pelet tiene una masa promedio de 50 gr.

Posteriormente, se ingresan en el pirolizador solar durante un día, se queda un orificio destapado a la atmósfera para que el vapor de agua sea retirado. Al día siguiente se tapa dicho orificio y se deja todo el día para evaluar su pirolización (craqueo térmico).



**IMAGEN 2: Cáscara de nuez utilizada**



**IMAGEN 3: Lirio acuático (a) en la laguna y (b) después de secado y molido.**



**IMAGEN 4: Modelado de la peletizadora en CAD.**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las imágenes 5 y 6 muestran los prototipos desarrollados durante la presente estancia de investigación, los fundamentos basados para los mismos fueron la teoría de resistencia de materiales, fundamentos de diseño mecánico y lo aprendido en las materias de especialización de sistemas de concentración solar y energía térmica de la biomasa. Cada uno de ellos tiene una forma de operar simple y sencilla con materiales comunes y de fácil reemplazo. Se planeó un diseño de experimentos con una matriz factorial donde se estudiarán parámetros de rendimiento tales como, tipo de biomasa, forma y

tamaño del pelet, tiempo de reacción y presión de compactación.



**IMAGEN 5: Modelado de la peletizadora en CAD.**



**IMAGEN 6: Modelado de la peletizadora en CAD.**

## CONCLUSIONES

El diseño y la fabricación de la peletizadora y el pirolizador reactor abren una línea de investigación base en el estudio de la tecnología de conversión termoquímica para producción de biocombustibles a partir de residuos agroindustriales

Se logró hacer algunos primeros experimentos, sin embargo la medición del potencial energético de

las muestras de los productos aún se encuentran en un laboratorio de medición de bio-energéticos, el cual tiene colaboración con nuestro grupo de investigación.

Se logró obtener dos prototipos de laboratorios funcionales y con diseño simple, los cuales utilizan materiales de bajo costo y de fácil reemplazo, los cuales permitirán la reproducibilidad de los mimos, así como la posible protección intelectual ante el IMPI en el formato de diseño industrial.

## AGRADECIMIENTOS

Especialmente a la institución educativa de la Universidad de Guanajuato, por ser la impulsora principal de este tipo de proyectos.

De igual manera a mi asesor el Dr. David Aarón Rodríguez Alejandro, por el apoyo brindado.

También al profesor Vicente Javier Álvarez Villafaña, por su apoyo en esta investigación.

Por último, a mi padre quien es la semilla esencial de este proyecto de mi vida, en paz descanses en donde quiera que estés...y a mi madre por su apoyo incondicional en este camino llamado vida.

## REFERENCIAS

- [1] David Aarón Rodríguez Alejandro, Alberto F. Aguilera. (2016). Conversión Termoquímica de la Biomasa. Alternativas Energéticas, Vol. 1, 119-147.
- [2] Joseph E. Fargione, Richard J. Plevin, and Jason D. Hill. (2010). The Ecological Impact of Biofuels. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, Vol. 41, 351-377.
- [3] Gerald C. Shurson. (2016). The Role of Biofuels Coproducts in Feeding the World Sustainably. Annual Review of Animal Biosciences, Vol. 5, 229-254.
- [4] Patricio Cavieres Kom. (Julio 2017). Biocombustibles de Primera Generación. ELECTRO INDRUSTRIA, 189, 92.
- [5] Basu, P.; (2010). Biomass Gasification and Pyrolysis: practical design and theory, Elsevier Inc, ISBN 978-0-12-374988-8, Burlington, MA 01803, USA-

[6] James H. Clark, Rafael Luque, and Avtar S. Matharu. (2012). Green Chemistry, Biofuels, and Biorefinery. Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering, Vol. 3, 183-207

[7] Han Li, Anthony F. Cann, and James C. Liao. (2010). Biofuels: Biomolecular Engineering Fundamentals and Advances. Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering, Vol. 1, 19-36.

[8] Demirbas A. (2004). Combustion characteristics of different biomass fuels. Prog Energy Combust Sci, Vol. 30, pp.219-30.

[9] Kopetz H. (2007). Biomass- a burning issue. pp.52-85. Available from: [www.refocus.net](http://www.refocus.net) [accessed 15.07.17]).

[10] Demirbas A. (2005). Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustions related environmental issues. Prog Energy Combust Sci, Vol. 31, pp.171-92.

[11] Vassilev S.V., Baxter D., Andersen L.K. & Vassileva C.G. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. Fuel, Vol. 89, pp. 913-33.

[12] D. Mohan, C. U. Pittman Jr., and P. H. Steele, "Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: a critical review," Energy and Fuels, vol. 20, no. 3, pp. 848–889, 2006.