

# DISEÑO DE UN ESQUEMA SUSTENTABLE PARA LA OBTENCIÓN SIMULTANEA DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS BAJO EL ESQUEMA DE BIORREFINERIAS

Ventura Sánchez Katherine (1), Serafín Muñoz Alma Hortensia (2)

1 [Ingeniería en Manejo de Recursos Naturales, Universidad Politécnica Mesoamericana] | [Dirección de correo electrónico: ventura.k.2815@gmail.com]

2 [Dpto. de Ingeniería Ambiental, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [Dirección de correo electrónico: sermuah@ugto.mx]

## Resumen

En el presente trabajo se estudió la obtención de pellets mediante la propuesta de un esquema sustentable. La materia prima que se utilizó fue obtenida de la paja del maíz, la cual fue sometida a muchos procesos físicos entre ellos la molienda, tamizado, secado en horno, hidratación, mezclado con el aceite y vaselina y moldeado en una peletizadora manual a presión y secado para una mejor consistencia en la estufa a 56°C ; se evaluaron diversos parámetros físicos tales como: % cenizas, % calorífica, % dureza y densidad; también se realizaron parámetros químicos para saber el % del contenido de algunos metales como: plomo, cadmio, cromo, mercurio, carbón, nitrito y fosfato. Se obtuvieron 100 pellets de acuerdo al 95 % de rendimiento obtenido, la longitud promedio fue de  $2.47 \pm 0.47$  cm.

## Abstract

In the present work the obtaining was studied of pellets by means of the offer of a sustainable scheme. The raw material that was in use was obtained of the straw of the maize, which was submitted to many physical processes between them the grinding, sifted, dried in oven, hydration, mixed with the oil and Vaseline and molded in a manual peletizadora to pressure and dried for a better consistency in the stove to 56°C; there were evaluated such diverse physical parameters as: % ashes, % calorific, % hardness and density; also chemical parameters were realized to know the % of the content of some metals as: lead, cadmium, chrome, mercury, coal, nitrite and phosphate. 100 were obtained pellets of I remind 95 % of obtained performance, the average length was of  $2.47 \pm 0.47$ cm.

## Palabras Clave

Biocombustible, Biorrefinerias, Pellets

## INTRODUCCIÓN

Las actividades de refinación de petróleo y la petroquímica marcaron la segunda mitad del siglo pasado como industrias de gran crecimiento y fuente de un vertiginoso desarrollo tecnológico. Sin embargo, al día de hoy se resienten los efectos de varios acontecimientos relacionados con esta importante industria, por ejemplo: 1) la incertidumbre en la disponibilidad y precio del petróleo, la cual tiene un gran impacto sobre las decisiones que se toman hoy sobre las políticas energética, fiscal y comercial de las naciones; 2) la imposibilidad de establecer un modelo de desarrollo sostenible debido a esta misma incertidumbre; 3) el impacto ambiental que inevitablemente supone el uso de energéticos fósiles y 4) el deseo de muchas naciones de lograr independencia energética e incrementar sus prácticas de desarrollo sostenible. Estas entre otras razones justifican ampliamente la búsqueda de alternativas que disminuyan drásticamente la dependencia del petróleo [1]. La industria química utiliza en promedio un 15% del total de petróleo: 10% como materia prima y 4-5% como combustible [1]. El resto es utilizado para la producción de combustible, en donde una parte significativa recae en el sector del transporte.

Los biocombustibles, cuya principal ventaja es que provienen de fuentes renovables [4], hacen parte de la paleta de soluciones a la problemática ambiental que representan los procesos relacionados con la producción y el uso de los combustibles fósiles, por ello han tenido una rápida expansión en los últimos años, logrando así que tecnologías convencionales se actualicen para permitir el uso eficiente de los mismos. Sin embargo, este gran aumento ha traído otra cantidad de inconvenientes en la etapa de cultivo de materia prima; entre ellos, emisiones de gases de efecto invernadero, uso de pesticidas, uso de terreno fértil para cultivos energéticos y agotamiento de otros recursos como el agua, lo cual deja la incertidumbre de si es factible la sustitución definitiva de los combustibles fósiles por los obtenidos a partir de fuentes renovables como la caña de azúcar, maíz, aceites vegetales, etc [2].

En el presente trabajo promovemos la obtención de pellets de la paja de maíz proveniente del estado de Guanajuato con dos enfoques a utilizar, primero a comunidades marginales del estado de Guanajuato y ha escalamiento industrial. Hoy en día se pueden identificar distintos tipos de biomasa que sirven para producir biocombustibles. Las materias primas más usadas para obtener biocombustibles sólidos son las constituidas por materiales lignocelulósicos, que proceden del sector agrícola o forestal; además, la industria de la transformación genera este tipo de residuos. Después de la disposición de los diferentes productos primarios agrícolas o de su industrialización, quedan residuos agroindustriales en estado sólido o líquido. Estos subproductos, aunque se consideran residuos, pueden transformarse en productos con un valor agregado de gran interés tanto comercial como social [5]. Anualmente en nuestro país se generan 77 millones de toneladas de basura [6] y es entonces ahí donde radica la importancia de la utilización de biocombustibles para la disminución de los gases de efecto invernadero que es su mayoría como seres humanos somos responsables de estos gases. Es por ello que el siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo Plantear el diseño ingenieril de un esquema sustentable para la obtención de las cadenas de producción de pellets a partir de residuos lignocelulósicos provenientes del Estado de Guanajuato, dentro del concepto de biorrefinerías a partir de rastrojo de paja de maíz. Los pellets, producidos con excedentes madereros, son una alternativa de calefacción más ecológica y económica que el gasóleo, el gas o la electricidad, Son más ecológicos que los combustibles fósiles. Según datos de la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (Avebiom), con el uso de 10 millones de toneladas de biomasa, se evita la importación de 20 millones de barriles de petróleo por valor de más de 1.000 millones de euros/año [10].

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvo la materia prima de la paja del maíz que se desecha (tronco, tallo, hojas y caña) del municipio de Xichú del Estado de Guanajuato, (21°17'59"N 100°03'19"O); se molió 353.76gr de paja y al triturar nos dio 350.4gr, posteriormente fue tamizado y se tomó 9.4 gr de paja tamizada, se utilizó el tamiz número 200 de apertura 74 micrones; se colocó la paja tamizada, se añadió 10 ml de agua, 3.5 ml de aceite y 6.0gr de petrolato. Se mezcló todo hasta formar una pelota de textura suave, se agregó el producto obtenido a una

prensa peletizadora para que se formaran los pellets. Después de la obtención de los pellets se colocaron en una capsula y se introdujeron a la estufa a 56°C durante 24 horas.

**Análisis Físico.** Se llevó a cabo la determinación de la densidad promedio, organoléptica con una muestra del 100% de los pellets, se midieron con un vernier y se pesaron en una balanza analítica, para medir el color y la consistencia se utilizó un fondo blanco.

**Análisis químico.** Se tomaron pruebas de 0.05gr de un pellets las cual después de hacer una digestión ácida con HNO<sup>3</sup> concentrado llevado a cabo en un digestor HACH, a una rampa de temperatura de 60- 80-105-150 °C, con un intervalo de tiempo de 3 h. Posteriormente se realizó el análisis de carbono total, nitrógeno, fósforo o y metales (Plomo, cambio, mercurio, cromo) en un espectrómetro Uv Vis DR3900 HACH. La metodología llevada a cabo es en base a la establecida por el manual HACH para cada elemento.

**Análisis de combustión.** Para este análisis se utilizó el 25% del total de los pellets, se quemó cada pellets en un vidrio de reloj, se midió la temperatura con una cámara de defección de temperatura.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una producción y el proceso óptimo de pellets de biomasa dependen básicamente de la materia prima disponible. Cada materia tiene diferentes valores caloríficos, residuos, cenizas y cualidades corrosivas únicas, cada material ha de ser preparado de forma diferente para su transformación en pellets de calidad, teniendo en cuenta la humedad, tamaño de la partícula, tipo de biomasa y sus características físico químicas, buscando la mezcla y preparaciones más óptima y continuada para que el pellet fabricado sea de calidad de acuerdo con las normas existentes. Existen estudios previos que destacan la factibilidad para generar biocombustibles a partir de la materia prima propuesta [9].

Se obtuvo un rendimiento del 100% de pellets, la longitud promedio fue de 2.47 ± 0.47 cm. fueron sometidas a diversos procesos tanto físicos como químicos

En las pruebas físicas se obtuvo el promedio de todos los resultados de los pellets obtenidos, el resultado de la calorífica fue de 393°C en 3.55 min y en la de dureza fue de 1 de acuerdo a la escala de Mohs.

PRUEBAS FISICAS	
Calorífica	393°C
Peso volumétrico	0.7 g/cm <sup>3</sup>
Dureza	1
Cenizas	0.2 g

**TABLA 1: Resultados de las pruebas físicas de los pellets**



**IMAGEN 1: Foto de la obtención de pellets.**

En las pruebas químicas los valores más altos fueron el carbón con 1.8 ppm y el cadmio con 1.73 ppm, mientras que el plomo y el fosfato no se hicieron presentes.

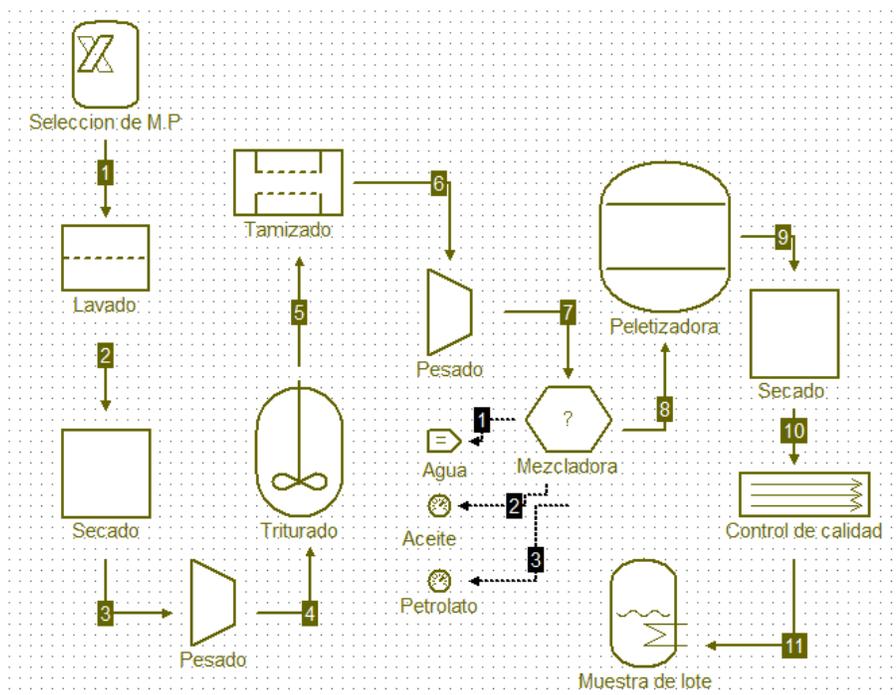
**TABLA 2: Resultados de análisis de elementos de los pellets.**

ELEMENTO	RESULTADOS
Plomo	N.D.
Cadmio	1.73 ± 0.07 ppm
Cromo	0.22 ± 0.01ppm
Mercurio	0.13 ± 0.02 ppm
Carbón	1.8 ± 0.06mg/l
Nitrito	0.402 ± 0.04 mg/l
Fosfato	N.D.

**TABLA 3: Resultados de los parámetros físicos de los pellets.**

PARÁMETRO	PROMEDIO	DESVEST
Longitud (cm)	2.47	0.47
Anchura (cm)	0.81	1.05
Radio (cm)	0.41	0.53
Peso (g)	0.51	0.14
Volumen (cm <sup>3</sup> )	3.35	13.65
peso volumétrico (g/cm <sup>3</sup> )	0.70	0.25

Estos resultados están dentro del rango de valores con respecto a otros trabajos reportados. [7-8]



**IMAGEN 2: Diagrama de los pasos de la elaboración de los pelles en el laboratorio, realizado en el software COCO versión 3.2.0.0.**

## CONCLUSIONES

1. Los pellets obtenidos en este trabajo de investigación marcan una perspectiva de impacto y beneficio socioeconómico para comunidades.

2. El rendimiento de obtención de los pellets, por su bajo costo, abre una posibilidad de alcance desde dos vertientes paralelas: A nivel artesanal en comunidades y a nivel piloto para el sector productivo.
3. El desarrollo tecnológico para la obtención de pellets propuesto en este trabajo , dentro del marco I+D+i , puede ser parte de una cadena productiva dentro del esquema integral de una Biorrefinería teniendo como materia prima la biomasa residual.
4. Los resultados de este trabajo son un indicador dentro de la agenda de Innovación del Estado de Guanajuato en relación a las energías alternas, teniendo como eje transversal a la bioenergía.
5. Por último, este trabajo genera un impacto positivo para el medio ambiente, ya que al usar los pellets como biocombustibles sólidos de segunda generación disminuye las GEI en comparación con los combustibles fósiles.

## AGRADECIMIENTOS

A la Mtra. Victoria Aquino Bravata por la motivación a realizar el verano, a la Universidad Politécnica Mesoamericana por el apoyo para poder llevar acabo la realización de dicha investigación, la Universidad Autónoma de Guanajuato por la oportunidad que me brindo y a la Dra. Alma Hortensia Serafín Muñoz por la paciencia y la dedicación para poder llevar acabo el proyecto de investigación.

## REFERENCIAS

- [1] J. C. Sacramento-Rivero y col. /Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 9, No. 3 (2010) 261-283
- [2] A. P. de Souza, A. Grandis, D. C. Leite y M. S. Buckeridge, «Sugarcane as a bioenergy source: History, performance, and perspectives for second-generation bioethanol,» *Bioenergy Research*, pp. 24-35, 2014.
- [3] José Luis Arvisu Fernández. "El cultivo del maíz, temas selectos", editorial Mundi-prensa, Vol.1, 8, 2014.
- [4] E. P. Bennion, D. M. Ginosar, J. Moses, F. Agblevor y J. C. Quinn, «Lifecycle assessment of microalgae to biofuel: Comparison of thermochemical processing pathways,» *Applied Energy*, 2015.
- [5] Saval, S. (2012). Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *Scientific Research*, 1, 16.
- [6] Notimex. (2017). En México cada habitante genera 300 kilos de basura al año. *Diario de Yucatán*, 3.
- [7] Merali, Z., Marjamaa, K., Kasper, A., Kruus, K., Gunning, A.P., Morris, V.J., and Waldron, K.W. (2016). Chemical characterization of hydrothermally pretreated and enzyme-digested wheat straw: An evaluation of recalcitrance. *Food Chem* 198, 132-140.
- [8] Quiroz-Castaneda, R.E., Perez-Mejia, N., Martinez-Anaya, C., Acosta-Urdapilleta, L., and Folch-Mallol, J. (2011). Evaluation of different lignocellulosic substrates for the production of cellulases and xylanases by the basidiomycete fungi *Bjerkandera adusta* and *Pycnoporus sanguineus*. *Biodegradation* 22, 565-572.
- [9] Hoover, A.N., Tumuluru, J.S., Teymouri, F., Moore, J., and Gresham, G. (2014). Effect of pelleting process variables on physical properties and sugar yields of ammonia fiber expansion pretreated corn stover. *Bioresour Technol* 164, 128-135.
- [10] Alex Fernández Muerza. (2014). Calefacción con pellets, ventajas e inconvenientes. *EROSKI CONSUMER*, el diario del consumidor, 2.