

BIOFUNGI

Amaro Yatsuri (1), Briseño Romina (1), Hernández Rosario(2), Juárez Mario (2), Quijas Fátima (1),
Rojas José Luis (1) Dra. Alma Hortensia Serafín Muñoz (3)

1 [ENMS Centro Histórico León, CNMS, Universidad de Guanajuato] | [fy.amaromeza@ugto.mx; rt.briseñoquiroz@ugto.mx;
f.quijasescalera@ugto.mx; jl.rojasvargas@ugto.mx]

2 [División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [rg.hernandeznicolas@ugto.mx;
me.riverajuarez@ugto.mx]

3 [Dpto. de Ingeniería Ambiental, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] |
[sermuah@ugto.mx]

Resumen

El presente trabajo forma parte de un proyecto multidisciplinario que tiene como objetivo general desarrollar tecnología sustentable para la implementación de productos de alto valor agregado a partir de residuos lignocelulósicos de comunidades marginadas en el estado de Guanajuato. Se trabajaron las cadenas productivas de deslignificación, sacarificación ácida, fermentación y destilación, partiendo de una muestra de paja de la región noreste de Guanajuato (Xichú). Se obtuvieron los resultados de $33.2\% \pm 3.5\%$ de azúcares totales y $44.8\% \pm 1.9\%$ rendimiento v/v de etanol. Por último, se llevó a cabo el diseño para un prototipo teórico de reactor para obtención de sacarificación y fermentación simultánea.

Abstract

This work is part of a multidisciplinary project whose general objective is to develop sustainable technology for the implementation of high added value products from lignocellulosic waste from marginalized communities in the state of Guanajuato. The productive chains of delignification, acid saccharification, fermentation and distillation were worked on, starting from a straw sample from the northeast region of Guanajuato (Xichú). The results were obtained in a standard deviation of $33.2\% \pm 3.5\%$ of total sugars and $44.8\% \pm 1.9\%$ yield v / v of ethanol. Finally, the design for a theoretical reactor prototype was carried out to obtain simultaneous saccharification and fermentation.

Palabras Clave

Biocombustibles, deslignificación, sacarificación, fermentación, hidrólisis ácida, prototipo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe en el mundo una gran preocupación respecto al uso de los combustibles fósiles; tanto en su paulatino agotamiento en calidad de recurso no renovable, como en su efecto negativo hacia el medio ambiente (Roca Jusmet, J. s.f.). El uso de combustibles fósiles ha llevado a un estado de alerta por el daño a la biósfera terrestre que ha traído consigo (Kabata-Pendias, A. s.f). Durante los últimos años se han celebrado un gran número de pactos, acuerdos y convenios internacionales con el objetivo de frenar y, en algunos casos, revertir los problemas ambientales que podrían ser perjudiciales a corto, mediano y largo plazo en materia del agotamiento de recursos naturales o la emisión de los gases contaminantes que originan el efecto invernadero (ONU, 2011). El uso de energías limpias como los biocombustibles (combustibles de origen biológico obtenidos de manera renovable a partir de restos orgánicos; bioenergía), es una de las alternativas que pueden sustituir la utilización de combustibles fósiles, con grandes ventajas y beneficios en Latinoamérica (Banco Mundial, 2017).

El Bioetanol, también llamado etanol de biomasa, es un combustible de origen biológico obtenido de la fermentación alcohólica de restos orgánicos (BIODISOL, 2018) Estos restos proceden generalmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas (residuos forestales y agrícolas, como la paja). Una de las fuentes para la obtención de bioetanol son los residuos agrícolas como en el caso del maíz o, más específicamente, la paja de maíz que se genera en los campos (después de la cosecha como un desecho de la actividad agrícola). Una parte de la paja obtenida se destina a ser utilizada como alimento para ganado. Sin embargo, al poseer un nivel nutricional tan limitado, es desaprovechada en gran; llevando incluso a su quema, en algunas regiones. El Maíz es uno de los principales granos que se emplean para alimentación y, al igual que el trigo, representa un producto de gran importancia en la región y el país (SAGARPA, 2015).

El estado de Guanajuato, durante la última década, ha despuntado entre los principales productores de trigo, maíz y sorgo de toda la República Mexicana (Sánchez Alicia, 2017), estando siempre entre los primeros lugares de mayor producción anual. La gran producción de maíz que se da en el Estado de Guanajuato, trae a su vez la generación de la misma proporción de desecho (paja). Por lo tanto, también nos encontramos ante uno de los principales productores de paja del país, paja que puede ser utilizada como materia prima para la producción de Bioetanol a gran escala con un gran impacto social y ambiental en la región. La ventaja del bioetanol en comparación a los combustibles fósiles es que se obtiene de fuentes renovables, representando una oportunidad de crecimiento para el sector agrícola, permite sustituir las gasolinas o naftas hasta en un 10% (Becerra L. A. 2009) reduciendo en gran nivel la contaminación ambiental (principalmente reducen el volumen de CO₂), posee bajo costo, es sintetizado a partir de materia prima que es abundante en el estado de Guanajuato y podría ayudar con la auto sustentabilidad en el sector agrícola del bajío.

En el presente trabajo forma parte del proyecto Biofungi y tiene como objetivo obtener el bioetanol como biocombustible de segunda generación en base a un marco de sustentabilidad, por lo que se tiene la propuesta tentativa del nombre comercial del biocombustible obtenido con mismo nombre del proyecto. Biofungi sería un combustible que se ha obtenido a partir de biomasa lignocelulósica, principal componente de la pared celular las plantas y que representa la fuente orgánica más económica, abundante y renovable del mundo (González, R. 2013). Además, se propone el diseño para un prototipo de biorreactor para llevar a cabo los procesos de sacarificación y fermentación dentro de un mismo equipo y los dos procesos de manera simultánea.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con las figuras 1 y 2, la metodología se llevó a cabo siguiendo las cadenas de producción para deslignificación, sacarificación, fermentación y destilación. Se partió de paja de maíz procedente de la región noreste del estado de Guanajuato, del municipio de Xichú (Coordenadas 21°20'39"N 99°59'59"O); la cual, se trató previamente lavando, secando, triturando y tamizando para su utilización en el proceso. El pretratamiento deslignificante se realizó en cuatro lotes distintos de paja, mediante una reacción ALCOX (alcalina-oxidativa) con H₂O₂ 2% y NaOH 50%, durante 24h, utilizando una relación de materia prima de

5%(w/v) en H₂O₂ 2% y se ajustó el pH con una solución de NaOH 50% a 11.5. Para la sacarificación, se llevó a cabo la hidrólisis en medio ácido de H₂SO₄ 1.5% durante 24h (Serafín, A. 2017). Ambos procesos llevados a cabo a temperatura ambiente. La fermentación se llevó a cabo en condiciones anaerobias durante 96h, a 37°C, con una agitación de 100 rpm, con inoculación de la levadura mutada de *Saccharomyces cerevisiae* (IIBE-UG). Posteriormente, la obtención de la muestra final de etanol se dio por medio de la destilación de los fermentos en un Rotovapor Eco-Shel R2. Para el análisis de cuantificación de azúcares totales de las muestras provenientes de la sacarificación, se llevo a cabo el método de DNS y a la par con un refractómetro HANNA HI96816. Para la cuantificación de alcohol total se llevó a cabo con el equipo refractómetro HANNA HI96816. Por último, para el diseño del prototipo de biorreactor, se utilizó el software de diseño Autocad 2017.



Figura 1: Esquema general para la producción de Bioetanol.



Figura 1: Metodología para la producción de Bioetanol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Resultados

ETAPA	PRODUCTOS	MÉTODO DE ANÁLISIS	%
Pretratamiento (Deslignificación)	Celulosa (s) Lignina (s) Hemicelulosa (l)	Por Espectrometro de Infrarrojo con transformadas de Fourier (Perkin Elmer)	147.6 gr (en cuatro lotes) 165 ml (lignina y hemicelulosa)
Sacarificación ácida	Azúcares totales	DNS (por espectrofotómetro de Uv vis Perkin Elmer)	$33.2\% \pm 3.5\%$ Azúcares totales
Fermentación	Etanol	Refractómetro	$44.8\% \pm 1.9\%$ v/v
Destilación.		HANNA HI96816	/(sobre el teórico)
Diseño del biorreactor	Prototipo Teórico	Software Autocad 2017	NA

Se obtuvieron $33.2\% \pm 3.5\%$ de azúcares totales y $44.8\% \pm 1.9\%$ rendimiento v/v sobre el teórico de etanol y dos subproductos con valor agregado: lignina en estado líquido y hemicelulosa sólida, que tras someterse a un tratamiento podrían comercializarse. La Hidrólisis en medio ácido de H_2SO_4 1.5% realizada para la sacarificación resultó agresiva al tiempo de llevarse a cabo, lo que limitó parcialmente la obtención del monómero necesario, posterior a la desnaturalización de las cadenas lignocelulósicas y el rompimiento de los puentes de Hidrógeno (enlaces β 1,4) de la cadena. Esto limitó un poco la obtención del bioetanol durante la fermentación.

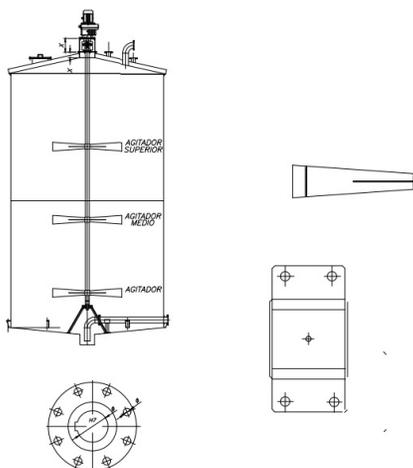


IMAGEN 1: Diseño para prototipo de Biorreactor

En comparación con trabajos previos de biorrefinerías, el diseño de prototipo que se propone en el proyecto BIOFUNGI es un reactor de dos pasos en acero inoxidable 316 L, capaz de llevar dos procesos independientes de manera simultánea teniendo un gran control de temperatura, pH y cantidad de materia procesada, optimizando su producción y reduciendo el tiempo de elaboración (IMAGEN 1).

CONCLUSIONES

La producción de bioetanol actualmente está teniendo un gran impacto alrededor del mundo. Este biocombustible es totalmente renovable por la gran cantidad de materia prima de la cual se puede obtener, ya que esta se encuentra en grandes volúmenes el campo. La utilización de la paja de maíz como materia

prima del proyecto BIOFUNGI da al desecho agrícola guanajuatense un valor agregado, lleva a la producción de un bioetanol y a la producción de subproductos provenientes de la paja del maíz. Los principales sectores beneficiados son el químico y agrícola debido a que BIOFUNGI llevó a cabo un proceso autosostenible, con resultados favorables, obteniendo bioetanol en un corto tiempo de producción.

TRABAJO FUTURO

Se tiene como perspectiva futura que para la obtención de bioetanol se llevará a cabo la sacarificación por hidrólisis enzimática, dentro de la cadena productiva y analizar en paralelo ambos procesos (hidrólisis ácida y proceso enzimático) en cuanto al tiempo de realización y costos. Respecto a los subproductos obtenidos en la producción de bioetanol, se plantea también su procesamiento y colocación como productos comerciales. Por último se pretende la gestión para la construcción del prototipo de reactor para sacarificación y fermentación simultánea.

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Alma Hortensia Serafín Muñoz por su tiempo, asesoría y apoyo durante el desarrollo del proyecto. Al I.A. Alan Paulus Landeros Mejía, Aurelio Álvarez Vargas y Ulises Emiliano Rodríguez Castrejón por compartir su conocimiento y guía. Al Ingeniero Juan Carlos Acosta por su apoyo en las cadenas productivas del proyecto. A la División de Ingenierías del Campus Guanajuato de la Universidad de Guanajuato Sede la Perlita, por facilitar sus instalaciones y laboratorios para llevar a cabo el proyecto BIOFUNGI. A la Universidad de Guanajuato y a los organizadores de la Topada de Bandas Científicas primera edición (2018) por fomentar estas actividades.

REFERENCIAS

- [1] Serrano Cabarcas, G., Serafín Muñoz, A. H., Rentería Peláez, J. L. & González Cervantes, M. Y. (2017). PROTOTIPO DE DISEÑO SUSTENTABLE PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES BAJO EL ESQUEMA DE BIORREFINERÍAS. Jóvenes en la ciencia, Vol. 3 no. 2.
- [2] Guzmán Moreno, J., López Olmos, K., Medrano Santillana, M., Romo Rodríguez, P. & Ponce Noyola, P. (2009). BIOCOMBUSTIBLES: PANORAMA GENERAL Y MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN MEDIANTE MICROORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS. Revista enlace químico, Universidad de Guanajuato Vol. 2 no. 6.
- [3] Tapia Pérez, A. & Valdez Vázquez, I. (2012). BIORREFINERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES Y PLÁSTICOS BIODEGRADABLES A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES. Memoria de Veranos de la Investigación Científica UG.of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica*, 10(2), 110-121. Recuperado de <http://www.jstor.org/pss/2388013>
- [4] González, R. (2013) BIOCOMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN, recuperado de <https://twenergy.com/a/biocombustibles-de-segunda-generacion-880> 22/06/18
- [5] BIODISOL (2018), LOS BIOCOMBUSTIBLES, recuperado de <http://www.biodisol.com/que-son-los-biocombustibles-historia-produccion-noticias-y-articulos-biodiesel-energias-renovables/> 25/06/18
- [6] Sánchez, A. (2017) GUANAJUATO EN EL TOP 10 DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, León, Guanajuato, recuperado de <http://www.milenio.com/estados/guanajuato-en-el-top-10-de-produccion-agropecuaria> 25/06/18
- [7] ONU (2011) 60 CONTRIBUCIONES DE LAS NACIONES UNIDAS, MEDIO AMBIENTE, Recuperado de <http://www.un.org/es/un60/60ways/environment.shtml> 25/06/18
- [8] Kabata-Pendias, A. (s.f.) LA AGRESIÓN QUÍMICA A LA BIOSFERA, FAO, Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/q2570s/q2570s01.htm> 25/06/18
- [9] Roca Jusmet, J. & Salaet Fernández, S. (s.f.) Recuperado de webs.ucm.es/info/ec/jec12/archivos/.../ORAL/.../ROCA%20JUSMET.pdf 25/06/18
- [10] Banco Mundial (2017) LA IMPORTANCIA DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS, Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/10/30/la-importancia-de-las-energias-limpias> 25/06/18
- [11] Becerra L. A. (2009) LA INDUSTRIA DEL ETANOL EN MÉXICO, Economía UNAM vol.6 no.16 México ene./abr. 2009
- [12] Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, SAGARPA (2015) AGENDA TÉCNICA AGRÍCOLA GUANAJUATO, p. 209, ISBN volumen: 978-607-7668-42-8