

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

Acosta Hernández Juan Carlos (1), Serafín Muñoz Alma Hortensia (2)

1 [Ingeniería Mecánica, Universidad ECCI] | [Dirección de correo electrónico: juanka_1820@yahoo.es]

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

Resumen

Dentro del marco de los biocombustibles a partir de biomasa residual, la cadena productiva de bioetanol ha sido ampliamente estudiada en los últimos años. En el presente trabajo se desarrolló un prototipo de biorreactor para llevar a cabo la sacarificación y fermentación simultánea (SSF) en la obtención de bioetanol. Como primera etapa se realizaron las cadenas productivas por separado. Se trató y procesó la biomasa lignocelulósica, partiendo desde su pretratamiento, deslignificación, sacarificación y fermentación. La obtención a escala piloto presentó una obtención del $49 \pm 2.7\%$ de etanol (v/v). Como segunda etapa, se propuso el modelo de un prototipo de biorreactor para la SSF, de bajo costo y alto rendimiento, dado como resultados aproximados de \$ 150 USD por unidad de biorreactor y obteniéndose un rendimiento para la del bioetanol del $60 \pm 3.1\%$ de etanol (v/v).

Abstract

Within the framework of biofuels from residual biomass, the bioethanol production chain has been widely studied in recent years. In the present work, a bioreactor prototype was developed to carry out saccharification and simultaneous fermentation (SSF) in the production of bioethanol. As a first stage, production chains were carried out separately. The lignocellulosic biomass was treated and processed, starting from its pretreatment, delignification, saccharification and fermentation. The obtaining at pilot scale presented a obtaining of $49 \pm 2.7\%$ of ethanol (v / v). As a second stage, the model of a prototype bioreactor for the SSF, of low cost and high yield, was proposed, given as approximate results of \$ 150 USD per bioreactor unit and obtaining a yield for the bioethanol of $60 \pm 3.1\%$ of ethanol (v / v).

PALABRAS CLAVE

Biomasa , hidrólisis ácida, deslignificación, Sacarificación y Fermentación Simultanea (SSF), prototipo bioreactor

INTRODUCCIÓN

En la industria de los biocombustibles es preciso establecer un modelo sostenible a partir del uso de fuentes renovables para proporcionar mayor seguridad al suministro de energía (biogás, biodiesel y etanol) [1]. Actualmente vemos que los recursos energéticos que se utilizan en combustibles fósiles tales como el petróleo, el gas natural y el carbón son los principales responsables del consumo de energía primaria en el mundo en tres cuartas partes y una cuarta parte provienen de la energía nuclear, energía hidroeléctrica y la biomasa. La disminución de las actuales fuentes de energía, combustibles fósiles y el calentamiento global ha puesto a la mayoría de los países del mundo a encontrar soluciones en energías alternativas, cada una de estas energías adopta diferentes tipos de tecnologías con las cuales se obtiene energía en forma de electricidad o en su defecto combustible para motor. En México hay un gran potencial en la generación de estas energías ya que por su posición geográfica tenemos buenos recursos naturales y por tanto en varias zonas del país ya se está trabajando en esto. Llama la atención la generación de bioetanol a partir de la fermentación de azúcares que están presentes en ciertas plantas como la paja, la remolacha, papa o en cereales como el trigo, la cebada, etc. Ya que mediante este proceso se aprovecha materiales de tipo orgánico proveniente de seres vivos. [2-3]. En México se genera bastante cantidad de desechos orgánicos urbanos, agrícolas, forestales, ganaderos e industriales por año, los cuales se pueden utilizar o aprovechar para solucionar problemas de electricidad y de combustible en el país, ya que al utilizar bioetanol estaríamos reduciendo las emisiones de CO₂ en un 35 % con respecto a los combustibles fósiles [4]. Las biorrefinerías son instalaciones donde se transforma la biomasa a un amplio espectro de productos energéticos y bioproductos que puedan sustituir paulatinamente los productos derivados del petróleo. Los desechos de la biomasa residual pueden utilizarse para generar etanol, también podemos ver que México es un gran importador de maíz, por lo que se utiliza la parte del maíz como la paja, el rastrojo u olotes, y producir bioetanol a través de estos, considerados como de segunda generación. [5]. Es muy importante contar con sistemas de biorreactores a una escala piloto industrial que sean de bajo costo para realizar el proceso en menor tiempo posible. El trabajo que se desarrolla a continuación es un diseño ingenieril de un tanque biorreactor de doble función el cual realice la sacarificación y la fermentación simultánea, el cual logre disminuir el tiempo de elaboración, disminuir costos de materiales y obtener una producción más eficiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este proceso se llevó a cabo por medio de dos etapas:

La primera etapa fue producción de bioetanol a partir de biomasa lignocelulosa, se seleccionó como materia prima paja de maíz donde se realizó todo el pretratamiento de lavado, secado, molido, para llegar a la deslignificación, donde obtuvimos la paja tratada, la lignina y la hemicelulosa, poder realizar la hidrólisis, la sacarificación, fermentación, destilación y obtención del etanol.

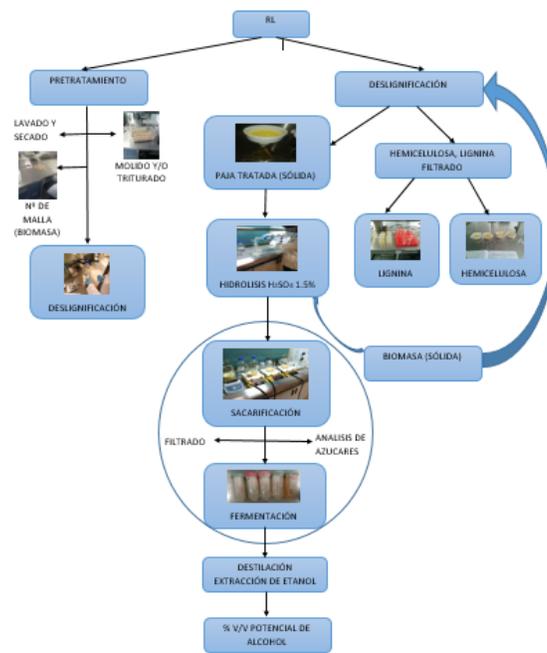


Figura 1. Diagrama del proceso de obtención de etanol

La segunda etapa fue el diseño de un prototipo de biorreactor de doble función continuo el cual tiene como objetivo principal: Realizar la Sacarificación y Fermentación Simultánea (SSF). Esto con el fin de realizar el proceso en menor tiempo posible, el cual nos va a generar una ganancia muy productiva en tiempo, aprovechamiento de los recursos, mejoramiento en la producción del proceso al mismo tiempo.

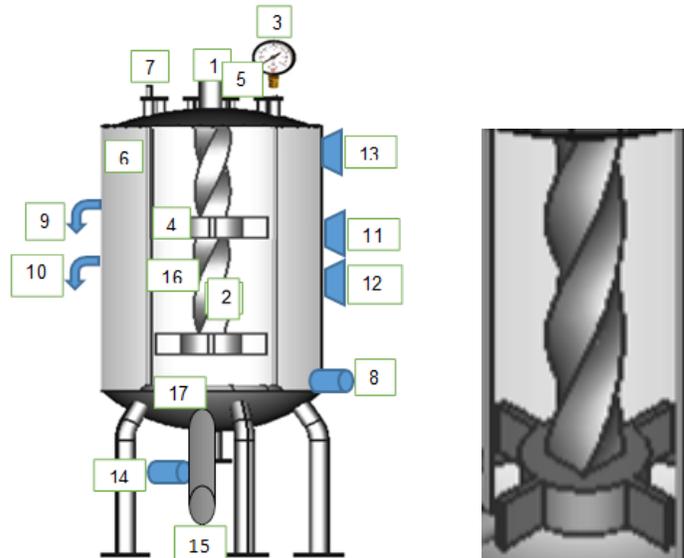


Figura 2. Prototipo de reactor para sacarificación y fermentación simultánea propuesto

El prototipo a diseñar es un biorreactor de geometría cilíndrica que está formado de acero inoxidable 316L, muy conocido en el mundo de los reactores por las ventajas que ofrece; resistente a la corrosión, económico y de fácil limpieza. En la tapa superior hay distintas entradas que se pueden utilizar para las funciones básicas como serían la colocación de sondas de temperatura, sensores de ph y demás aparatos que nos permitan controlar las condiciones de fermentación de nuestra biomasa. Se conseguirá un flujo más bien vertical que facilitará la homogeneidad de la mezcla, y no uno horizontal como se suele obtener utilizando los métodos convencionales de agitación a excepción de los helicoidales. [6]. Para el modelado del prototipo de biorreactor Sacarificación y Fermentación Simultanea (SSF) se utilizó el software Gim 2.10 versión 2018. Estas son partes: 1. Motor, 2. agitador de mezcla axial, 3. Manómetro, 4. Aspas, 5. Controlador de ph, 6. Camisa, 7. Entrada, 8. Salida, 9. Grifo 1, 10. Grifo 2, 11. Salida CO₂, 12. Controlador de ph, 13. Conexión al medidor de azúcar, 14. Vapor, 15. Descarga, 16. Cámara de (SSF), 17. Aireador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la actualidad los Biorreactores suelen ser más comerciales ya que para la elaboración de bioetanol es muy necesario contar con un equipo el cual nos facilite el proceso, como podemos observar en la Tabla 1. Los costos de los Biorreactores son muy elevados y lo que se pretende hacer es realizar un prototipo de un Biorreactor de doble función en acero inoxidable más económico el cual nos facilite el proceso y mejore el tiempo de elaboración. Se utilizaron las siguientes ecuaciones para evaluar el rendimiento del biorreactor. El número de Reynolds representa una medida de la magnitud relativa de los esfuerzos inerciales con respecto a los esfuerzos viscosos.

$$Re = \frac{ND^2\rho}{\mu}$$

El número de caudal o capacidad de bombeo es un número adimensional que da una idea del caudal (Q) que atraviesa el plano del agitador. El cálculo de este parámetro dependerá tanto de las características del agitador (si es axial o radial) como de los límites de integración que quieran ser impuestos.

$$N_Q = \frac{Q}{ND^3}$$

TABLA 1: Costos de Bioreactores

PROTOTIPOS	
TIPO	COSTOS (USD)
S212 10L REACTOR QUIMICO DE VIDRIO	\$ 1.222,56 - \$ 1.410,95
REACTOR DE VIDRIO DE UNA SOLA CAPA	\$ 1427,22 - \$ 2.038,91
REACTOR QUIMICO REVESTIMIENTO DE ACERO	\$ 2.548,61 - \$ 6.116,67
REACTOR EN ACERO INOXIDABLE	\$ 28.975,70
REACTOR DE DOBLE FUNCIÓN EN ACERO INOXIDABLE	\$150,67

Existen varios tipos de Biorreactores los cuales manejan una capacidad no adecuada, requieren un ciclo de operación complicado, el costo de operación de algunos es mayor que el de los Biorreactores continuos, en cambio lo que buscamos es mejorar en todo el proceso con este prototipo de biorreactor. [6-7-8]

CONCLUSIONES

El desarrollo de prototipos para el campo de la bioenergía ofrece una alternativa de factibilidad económica de bajo costo y en paralelo bajo el marco de I+D+i por lo que genera la innovación de modelos sustentables para la implementación de esquemas bioenergéticos representa un auge de utilidad y aprovechamiento de la biomasa residual para fines de economía energética y propiamente la gestión integral de los residuos y con el plus de la disminución de las emisiones atmosféricas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Alma Hortensia Serafin Muñoz por todo su apoyo y conocimiento brindado durante todo el proceso desde la postulación hasta la culminación del verano y a la Universidad de Guanajuato por haberme brindado la oportunidad de participar en este programa.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.uajms.edu.bo/revistas/wp-content/uploads/2017/10/ciencia-sur-vol-3-nro-4-art4.pdf>
- [2] <http://energiasdemipais.educ.ar/combustibles-fosiles-3/>
- [3] Michael Stöcker. (2008). Biofuels and Biomass-To-Liquid Fuels in the Biorefinery: Catalytic Conversion of Lignocellulosic Biomass using Porous Materials. *Angewandte international edition chemie*, 47, 48.
- [4] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). biomasa, creación ecológica de energía. 29 de mayo de 2017 SAGARPA Vol. 1, 2
- [5] Carmen Báez. (2017). Retos y oportunidades de la biorrefinería en México. 16 de junio de 2017, de Agencia Informativa Conacyt Sitio web: 158
- [6] https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/101139/TFG_Javier_Guilera_v.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [7] <http://midarraga.blogspot.com.es/2010/10/caracteristicas-de-los-reactores.html>
- [8] <http://www.redalyc.org/pdf/3236/323631115004.pdf>