

Comparación de los procesos de pre-tratamiento por molienda seca y húmeda en la producción de bioetanol a partir de residuos sólidos orgánicos

Oriol Jimenez¹, Diego A. Trujillo², Ronald A. Velandia³

¹Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, ojimenezs@unisalle.edu.co

²Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, diato86@gmail.com

³Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, landor0990@hotmail.com

ABSTRACT

Increased demand for biofuels because the environmental impacts of the use of fossil fuels and the competence that has been generated in the production of biofuels with food production, fiber and wood in relation to land use, water and fertilizers, encourages the generation of research on development of fuel ethanol from new feedstocks. In this research we undertook a comparative study of pre-treatments for dry and wet milling and the processes of acid and enzymatic hydrolysis for the production of second generation ethanol from fruit wastes, characteristics of market places in Bogota. The results suggest that the pretreatment by dry milling is more efficient in the generation of fermentable sugars and subsequent ethanol production, this, due to the smaller particle size of the pretreated sample and possible reorganization of the molecules by the drying process. However, drying and the second stage of milling increase the energy consumption and thus the operating costs. Although, through the two hydrolysis processes yields over 30% are obtained, enzymatic hydrolysis has better results and seems to be more viable as far as energy consumption and economy of inputs is concerned.

INTRODUCCIÓN

Dada la dinámica y el constante crecimiento territorial, económico y demográfico de la capital Colombiana, como consecuencia de su importancia a nivel nacional y territorial, así como de los conflictos y problemas de diverso orden que vive el país, algunos de los componentes ambientales de la ciudad se han visto presionados y seriamente afectados, conllevando a situaciones negativas, muchas de ellas irreversibles, es así como la problemática de los residuos sólidos se ha tornado insostenible y satura de manera desorbitante el relleno sanitario de Doña Juana, a pesar que cerca del 66% de los residuos que son almacenados allí, podrían ser reutilizados en prácticas como el compostaje, sin embargo la rentabilidad de este procedimiento no genera grandes utilidades razón por la cual ha impedido su desarrollo. En esta investigación se realizó un estudio comparativo de los procesos de hidrólisis ácida e hidrólisis enzimática, y de los pretratamientos por molienda seca y molienda húmeda para la producción de etanol de segunda generación a partir de residuos vegetales y frutales característicos de plazas de mercado en Bogotá. En una primera fase se recopiló información referente a los residuos para realizar un diagnóstico de la situación actual de estos en las plazas de mercado en Bogotá, identificando así los residuos sólidos orgánicos potenciales para la generación de biocombustible de segunda generación, para lo cual se consultaron las investigaciones más recientes dentro de la que se destaca la realizada por Forero y Ochoa (2009). Debido a que la plaza de mercado del Restrepo genera la mayor cantidad de residuos dentro de las plazas del distrito, esta fue seleccionada para la toma de la muestra y tratamientos posteriores.

EXPERIMENTAL

Una vez identificado los residuos orgánicos de generación continua en la plaza de mercado el Restrepo, estos se recolectaron para realizarles los pretratamientos establecidos (molienda seca y molienda húmeda). Para el pretratamiento de molienda seca los residuos se molieron inicialmente para luego retirarles la humedad en una mufla a una temperatura de 100° C. Posterior a ello se realizó una maceración a los mismos pues al retirarles la humedad adquirieron una alta dureza, lo cual hacía imposible molerlos. Finalmente a estos residuos se les practicó un nuevo molido con el objetivo de disminuir el tamaño del material y prepararlo para cada uno de los procesos de hidrólisis. En la molienda húmeda los residuos fueron licuados con agua y llevados a refrigeración para el momento en que se utilizaran en cada uno de los procesos de hidrólisis (ácida y enzimática). Para la investigación se planteó la hidrólisis ácida y la hidrólisis enzimática. Para la hidrólisis ácida se utilizó ácido sulfúrico 1M, el

cual fue mezclado de forma continua con cada una de las muestras de residuos pretratadas (molienda seca y molienda húmeda) en una relación 1:33 y puesto a hidrolizar variando los tiempos y la temperatura en el proceso. Los tiempos de hidrólisis fueron de 14 y 24 horas y las temperaturas fueron de 40, 70 y 90°C. (Fonseca et al., 2001). Para la hidrólisis enzimática se utilizó un coctel de enzimas que se agregó a cada una de las muestras de residuos pretratadas en una relación 1:3.33 y llevadas con agua destilada a 111ml. De igual forma se trabajaron tiempos de 14 y 24 horas con temperaturas de 40, 45 y 50°C. La medición de azúcares fermentables se realizó a cada una de las muestras hidrolizadas mediante el método espectrofotométrico ácido 3,5-dinitrosalisílico (DNS) con lecturas a 540nm. Determinadas las 2 mejores muestras con el pretratamiento y el proceso de hidrólisis que mejor desempeño tuvieron en la generación de azúcares por el método espectrofotométrico ácido 3,5-dinitrosalisílico (DNS), se procedió a pretratar 90g de la muestra de residuo, se hidrolizó con la misma relación planteada arriba y posteriormente se fermentó utilizando 100g de *Saccharomyces Cerevisiae* en un tiempo de 72h y a una temperatura de 37°C. Finalmente se procedió a destilar el producto obtenido de la fermentación, al cual se le realizaron pruebas de punto de ebullición (método del tubo de Thiele) y densidad (densimetría y picnometría).

RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez analizadas, se identificaron las 2 muestras que presentaban mayor concentración de azúcares reductores, una para cada tipo de hidrólisis. Para la hidrólisis ácida se escogió la muestra pretratada con molienda seca, hidrolizada 24 horas a temperatura de 90°C (HA MS 24h 90°C) que presenta 1,02 gramos de azúcar, que corresponde al 30,8% de azúcares y teóricamente el 15.6 % de alcohol que se podría obtener a partir de la muestra de residuos. Para la hidrólisis enzimática se escogió la muestra pretratada con molienda seca hidrolizada 24 horas a 40°C, que presenta 1,26 gramos de azúcar, que corresponde al 38,1% de azúcares y teóricamente el 19.3% de alcohol que se podría obtener a partir de la muestra de residuos. Dicho esto, se observa que de las dos muestras seleccionadas, la muestra hidrolizada con enzimas genera mayor producción de glucosa, sin embargo las 2 muestras se fermentaron para producir alcohol. Al comparar las muestras hidrolizadas con ácido y con la de enzimas, se observa que se alcanzó una mayor pureza con el mismo número de destilaciones para la muestra hidrolizada con enzimas, no se pudo obtener una mayor pureza ya que el volumen tras la decima destilación, no alcanzaba para determinar la pureza con los métodos anteriormente planteados. Al revisar las muestras que mayor porcentaje en azúcares reductores produjeron, se evidencia que el mejor pretratamiento fue el de molienda seca. Sin embargo hay que tener en cuenta que este pretratamiento requiere mayor energía que el pretratamiento de molienda húmeda, en lo que respecta al secado y en la segunda molienda de los residuos. La hidrólisis con mayor generación de azúcares enzimática, además la temperatura de la misma es menor que la requerida para hidrólisis ácida, la cual la hace más atractiva en utilización de energía. De igual forma, al tener una mayor concentración de azúcares, la muestra con HE MS 24h 40°C, tendría mayor eficiencia en generación de alcohol carburante.

CONCLUSIONES

Como conclusiones de la presente investigación tenemos que: la obtención de alcohol carburante a partir de residuos orgánicos característicos de plazas de mercado, disminuiría problemas ambientales relacionados con la saturación de rellenos sanitarios y botaderos a cielo abierto, quema de residuos, contaminación a cuerpos de agua y enterramientos. El pretratamiento de molienda seca presenta mayor eficiencia en la generación de azúcares fermentables y posterior producción de etanol en parte por el menor tamaño de la partícula, sin embargo las tareas de secado y segunda etapa de molienda aumenta el consumo de energía y por ende los costos de operación. Mediante los dos procesos de hidrólisis se obtienen rendimientos superiores al 30% en obtención de azúcares reductores, sin embargo, la hidrólisis enzimática presenta mejores resultados y mayor viabilidad en lo que a consumo de energía y economía de insumos respecta.

REFERENCIAS

- Forero, S. A., y Ochoa, M. del P. (2009). "Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia – diagnóstico 2009". Superintendencia de Servicios Públicos, Dirección Técnica de Gestión de Aseo. pp 4-65. Bogotá, Colombia
- Fonseca, E., Oviedo, A., y Vargas I. (2006). Hidrólisis Ácida de Sustratos Residuales Agroindustriales Colombianos. *Umbral Científico*. No. 8, pp 5-11.