

Resumen Ejecutivo

Fermentación ABE a partir de materiales lignocelulósicos

Proyecto Industrial 2016 - 2017

Ingeniería Química

Agostina Amilivia – José Arsuaga – Renzo Bruzzone

Martín Fuxet – Andrés Machado – Franco Mangone



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Resumen ejecutivo

El presente proyecto de inversión consiste en la obtención de acetona, butanol y etanol como productos principales de alto valor agregado. Estos se obtienen a partir de un residuo lignocelulósico producido en una de las plantas de producción de pulpa de celulosa al cual se le realiza una serie de tratamientos para luego utilizarse como sustrato en la fermentación. Este residuo es conocido con el nombre de "finos". Los mismos se descartan porque generan pulpa de baja calidad. Estos finos producen un costo para las pasteras debido a la necesidad de su disposición. Actualmente los mismos se vierten en el suelo de áreas forestadas. También se obtendrá consecuentemente del proceso lignina como subproducto, considerado producto de valor comercial.

El butanol será destinado a exportación hacia Brasil. La acetona será destinada principalmente a Brasil con posibilidad de abastecer también el mercado interno. Por otro lado, el etanol es producido en pequeñas proporciones por lo que se utilizará solamente para cubrir con una porción de la necesidad de la planta. A pesar de que la lignina se obtiene como producto secundario, es la que se produce en mayor proporción. Su producción también será destinada al mercado brasileño.

El producto de principal importancia en este emprendimiento, el butanol. El n-butanol es vendido principalmente como precursor químico, con una demanda mundial anual superior a 3.500 de kton. Es un intermediario para producir resinas de alto valor y solventes. Estos son usados para la formulación de una gran variedad de productos, desde pinturas y revestimientos hasta cosméticos, fragancias, adhesivos, tintas, saborizantes y extractos de alimentos. Es usado en la producción de plásticos y polímeros, fluidos para frenos, lubricantes, gomas sintéticas, retardantes de fuego y muchas otras aplicaciones. Por otro lado, el iso-butanol se coloca en el mercado como una mezcla combustible similar al etanol, pero con un valor inferior que el mismo. En cuanto a su calidad, la especificación más utilizada es de 99,5%. El etanol producido a partir de la fermentación tiene diversas aplicaciones, las cuales podemos englobar en tres grandes categorías: uso industrial (principalmente como solvente), uso en bebidas alcohólicas y uso en combustibles. En cuanto a su calidad, las dos especificaciones más utilizadas son el etanol 70% y 96% (m/m), en nuestro caso se obtiene un 70% (m/m). La acetona es vendida principalmente como solvente a nivel mundial. La acetona se comercializa principalmente como químico. La demanda mundial de este químico es aproximadamente 6.000.000 de kton por año. Se comercializa con concentraciones superiores al 99% (m/m) para su aplicación técnica.

El emprendimiento en estudio producirá anualmente 2384 toneladas de butanol, 1221 toneladas de acetona, 53 toneladas de etanol y 2966 toneladas de lignina utilizando aproximadamente 20.000 toneladas de finos al año. Adicionalmente se generarán 352 toneladas anuales de lodos. Los lodos se obtienen al finalizar la fermentación, por lo que en principio se podría considerar como un residuo, sin embargo, será secado y utilizado como acondicionador de suelos.

El proceso de producción consta principalmente de las siguientes etapas:

- 1- Pretratamiento de materia prima: Está constituido por una etapa de autohidrólisis ácida la cual permite obtener un producto fácilmente hidrolizable, con gran concentración de celulosa y disuelve casi la totalidad de la hemicelulosa. La corriente líquida con alta concentración de hemicelulosas es reincorporada al proceso para aprovechar sus azúcares mientras que la corriente sólida de lignina y celulosa ingresa al organosolv. El organosolv tiene como función separar la lignina de la celulosa a partir de una dilución utilizando etanol como solvente. La lignina queda retenida en la fase líquida mientras que la celulosa constituye la corriente sólida.
- 2- Hidrólisis enzimática: La celulosa obtenida en el organosolv y las hemicelulosas obtenidas en la autohidrólisis ingresan a la hidrólisis enzimática. En esta etapa se tiene como fin hidrolizar todos los compuestos a glucosa, la cual será utilizada como sustrato en la fermentación.
- 3- Fermentación: El microorganismo utilizado en la fermentación es la cepa BA101 de *Clostridium Beijerinckii* con un rendimiento de ABE total igual a 0,47 g/g. La fermentación se lleva a cabo en 8 días. El producto es retirado a través de stripping en forma continua.
- 4- Separación y purificación de producto: El butanol, la acetona y el etanol son separados y purificados utilizando operaciones de decantación, tamices moleculares y por último destilación.

El emprendimiento se ubica en la ciudad de Fray Bentos, en el departamento de Río Negro junto a UPM, dado que la materia prima utilizada proviene de la misma. El padrón del terreno es 4920 y se estima un costo aproximado de USD 1.000.000 con impuestos y costos de trámites incluidos.

La planta dispone de todos los servicios auxiliares: tratamiento de agua para agua de caldera, agua de servicio y agua de proceso, tratamiento de efluentes, generación de vapor e instalación eléctrica. La caldera a instalar debe generar una cantidad anual de 69.000 toneladas de vapor a 16 kgf/cm², de las cuales 48.000 toneladas se utilizarán a la presión de generación, mientras que las 21.000 restantes se les disminuirá la presión a 2.5 kgf/cm² con una válvula reductora de presión. El combustible utilizado en la caldera es madera.

Los efluentes líquidos producidos en este emprendimiento serán tratados mediante un sistema de tres lagunas en serie, las primeras dos anaerobias y la tercera aerobia, para luego ser volcados al Río Uruguay a través de emisario subacuático perteneciente a la planta. Como ya se mencionó previamente los residuos sólidos generados durante la fermentación serán secados al ambiente para ser utilizados como acondicionador de suelos.

La inversión necesaria para la ejecución del proyecto es de 26.292.748 USD, de los cuales las inversiones amortizables representan el 85% aproximadamente de la inversión total.

Desde el punto de vista económico el Proyecto con precios de productos para el año 2017, financiado con capital propio es inviable económicamente y financieramente, obteniéndose utilidades netas negativas para todo el período de vida útil del mismo.

Por otra parte, un aumento del precio de venta de los productos mayor al 116 % hace que el punto de equilibrio pase a estar por debajo de la producción esperada. Los análisis de sensibilidad arrojan como resultado que para el año 2040 en el escenario con menor precio de barril de crudo el aumento del precio de productos está por debajo del 116%, obteniéndose utilidades netas negativas, mientras que en el caso de mayor precio si se está sobre el punto de equilibrio (EIA, 2017). Sin embargo, las utilidades netas obtenidas a partir del año 3 de operación no compensan las utilidades negativas correspondientes a los primeros 2 años de operación, por lo que el Proyecto tampoco sería viable económicamente bajo estas condiciones.

De manera de mejorar el resultado económico y financiero del Proyecto, se debería analizar la reducción del consumo de etanol en el proceso, ya sea mejorando el proceso actual o sustituyéndolo por otro. También se debería analizar la posibilidad de aumentar el rendimiento de la fermentación. Por último, sería conveniente también analizar la viabilidad de la instalación de una turbina de vapor para generación eléctrica de manera de reducir los costos de consumo eléctrico.

En los últimos años, el concepto de biorrefinería en nuestro país ha pasado a ocupar un lugar importante en la agenda política y en la sociedad. A nivel mundial las investigaciones y la nueva tecnología aplicada para bioprocesos se encuentra en auge. Este proyecto se destaca por significar no sólo una introducción al concepto de biorrefinería, sino también a la introducción de nuevas tecnologías y herramientas que permitan llevar estos conceptos a escala industrial. Lograr introducir la idea de biorrefinería a las industrias de celulosa y papel que permita la producción de bioproductos con mayor valor agregado es vista como una posible solución a la ecuación económica de estas industrias. Cabe destacar que al utilizar residuos lingocelulósicos como materia prima en lugar de amiláceos, no se está compitiendo con la producción de alimento y que actualmente la materia prima a utilizar es un residuo que genera un costo por su disposición. Se introduce además un proceso innovador a escala mundial, fuentes de trabajo y formación de mano de obra especializada en áreas de relevancia industrial a nivel mundial.