

PRODUCCIÓN DE FURFURAL Y SÍLICE A PARTIR DE CÁSCARA DE ARROZ

Barnada Ferreira , Matías 5195012-3

Galvalisi Audiffred, Leandro 4753613-7

Guibaud Grosso, Abigail 4541741-0

Olivera Scalabrini, Nicolás 5149415-9

Varela Cometto, Andrés 4704794-6

Vilches Damboreano, Silvina 4832635-7

Facultad de Ingeniería
UdelaR

Tutores: Ing. Norberto
Casella, Ing. Dario Huelmo

Proyecto Industrial 2018

Resumen ejecutivo

Se presenta el anteproyecto para la instalación de una planta de producción de sílice, furfural y energía a partir de cáscara de arroz, que estudia la viabilidad técnica, económica y ambiental del mismo. La planta se localiza en el departamento de Treinta y Tres, en la localidad de Villa Sara, acoplada a GALOFER S.A la cual utiliza la cáscara de arroz como combustible que, junto con una turbina, completan un esquema de cogeneración de energía eléctrica y térmica.

La cáscara de arroz es un residuo agroindustrial rico en hemicelulosas y ampliamente disponible en el país con una generación de 200.000 toneladas anuales, lo que asegura a largo plazo la disponibilidad de las 145.000 toneladas anuales de materia prima requerida para el proyecto.

Este residuo se caracteriza por tener una baja tasa de descomposición y baja densidad, por lo que es necesario reducir su volumen. Actualmente se plantea como método de disposición su quema con generación de energía, sin embargo la ceniza obtenida representa otro desecho a ser dispuesto. Teniendo en cuenta esta problemática ambiental y que el precio de la energía eléctrica decrece en valores reales, aumenta la necesidad de evaluar procesos productivos alternativos que utilicen la cáscara de arroz como materia prima para obtener productos de mayor valor agregado.

La ceniza remanente tras la quema de la cáscara de arroz constituye el 20 % de la masa de la misma y está compuesta en un 95 % por sílice, la cual se puede encontrar bajo su estructura cristalina o amorfa. La forma cristalina es perjudicial para el ambiente y la salud, mientras que la amorfa tiene diversos usos comerciales, entre los cuales se destacan la producción de cemento puzolánico, aditivos en producción de termoplásticos, neumáticos y productos de cuidado personal. Para esta última, el mercado global en 2016 se estimó en 5.600 MUSD. En términos de volumen, la demanda se situó en el entorno a las 3.188.000 toneladas, con un precio de venta en un rango de 50 a 1000 USD/ton según la especificación del producto.

Las hemicelulosas presentes en la cáscara de arroz son principalmente xilanos, que ofician de precursores para el furfural. Este es un compuesto orgánico, generalmente obtenido a partir del procesamiento de biomasa lignocelulósica como el bagazo de caña y la mazorca de maíz. Entre sus usos directos se pueden encontrar la refinación de aceites, lubricantes y agentes decolorantes, pero su uso principal es como precursor químico del alcohol furfurílico (85 % del furfural producido a nivel mundial). Al mismo tiempo, actúa como sustituto de compuestos petroquímicos, impulsando la independencia de los combustibles fósiles.

En la actualidad las industrias productoras de furfural se enfrentan a un alto requerimiento energético, donde se estima que el consumo de vapor para la producción de una tonelada de furfural ronda las 35 toneladas. Otra de las desventajas asociadas a procesos existentes es el uso de ácido sulfúrico, que no solo dificulta la operación provocando altos costos de mantenimiento e inversión, sino que es uno de los grandes problemas ambientales asociados a esta industria.

El mercado global de furfural al 2016 se valuó en unos 641,8 MUSD, que representan la comercialización de 369.900 toneladas. Estudios económicos actuales exponen a Brasil como el principal consumidor de furfural a nivel regional, mientras que a nivel mundial Estados Unidos abarca aproximadamente el 55 % de las importaciones totales.

Se plantea obtener furfural mediante un tratamiento acuoso de la cáscara de arroz a elevada temperatura sin el agregado de ácido externo. El proceso propuesto busca minimizar el vapor utilizado, adaptando para ello la tecnología SuperBatch™ que implica la recirculación parcial del solvente de extracción de xilosa, reaprovechando su energía térmica. De esta forma, se consigue un consumo de vapor de 7,8 ton vapor/ton furfural, lo que representa un ahorro del 78% respecto a procesos tradicionales. El tratamiento a elevada temperatura permite remover las sales alcalinas presentes en la cáscara, principalmente de potasio, de forma de obtener luego de su quema una ceniza compuesta principalmente de sílice amorfa que sea comercializable. Integrar la producción de sílice y furfural minimiza los residuos generados en el proceso.

El acoplamiento a GALOFER S.A. asegura el acceso a la materia prima, ya que los accionistas de esta empresa acaparan el mayor porcentaje de la región. Por otro lado, la inversión se ve reducida por el aprovechamiento de las instalaciones actuales, principalmente por la reutilización de la caldera y la turbina existente, permitiendo la generación interna de energía eléctrica. Además, la instalación cuenta con suministro de agua tratada y otros servicios. Al mismo tiempo, es posible compartir personal existente disminuyendo uno de los costos principales que afrontan los procesos productivos en el país.

La producción de la planta propuesta es de 6.780 ton/año de furfural y teniendo en cuenta la alta demanda estadounidense, se plantea este mercado como destino principal del producto. Se selecciona un precio de venta de 1.300 USD FOB/ton, el cual resulta competitivo dado que en el mercado internacional son usuales precios superiores a los 1.700 USD FOB/ton.

Por otra parte, la producción de sílice anual es de 23.863 toneladas, teniendo en cuenta que a nivel nacional se proyecta una demanda creciente proveniente de la industria cementera, se apunta a este mercado como destino del producto. Considerando el contenido de material puzolánico que es posible adicionar en una formulación para este tipo de cemento, la empresa cementera es capaz de producir entre 48.000 y 159.000 toneladas al año. El precio de venta se establece en 55 USD/ton, valor inferior al costo de la escoria como aporte de silicio al cemento.

La inversión en capital fijo requerida para la implementación de la planta es de 28.555.013 USD. El análisis económico con capital propio y mixto arroja un resultado positivo. Para la inversión con capital propio se tiene un valor actual neto de 4.650.874 USD, una tasa interna de retorno de 13% y un período de repago de ocho años. Para la inversión con capital mixto se tiene un valor actual neto de 7.281.165 USD, una tasa interna de retorno de 21% y un período de repago de siete años. El precio de venta de furfural que genera una tasa interna de retorno de 0 % en un plazo de diez años es de 768 USD/ton y 865 USD/ton para financiación con capital propio y mixto, respectivamente.

Dentro de las hipótesis de mayor peso consideradas en el proyecto se encuentra el nivel de extracción de xilosa alcanzable. Analizando los posibles escenarios de extracción se tiene que los resultados económicos y financieros se ven favorecidos a mayor nivel de xilosa extraída. Para una extracción del 86 % de las hemicelulosas, el valor actual neto es de 26.254.684 USD, la tasa interna de retorno es de 28 %, el período de repago es de cinco años con una inversión de 29,3 MUSD.

Evaluando una alternativa que implique la producción exclusiva de sílice, se tiene una inversión en capital fijo de USD 10.860.000. El costo total de producción para una tonelada de sílice alcanza los USD 104, lo que hace inviable colocar el producto en el mercado a un precio competitivo. Esta situación sería revertida si se demuestra que la sílice obtenida cumple especificaciones de mayor calidad.

Se concluye que el presente proyecto es una evaluación preliminar positiva de que un emprendimiento productivo de estas características es factible económica, financiera y ambientalmente en Uruguay. Al mismo tiempo, constituye una oportunidad para el desarrollo de conocimiento innovador vinculado al concepto de biorefinería y la implementación de nuevas tecnologías, en el marco de un proceso productivo con alto grado de sinergia entre la obtención de productos de elevado valor agregado y la generación energía eléctrica.