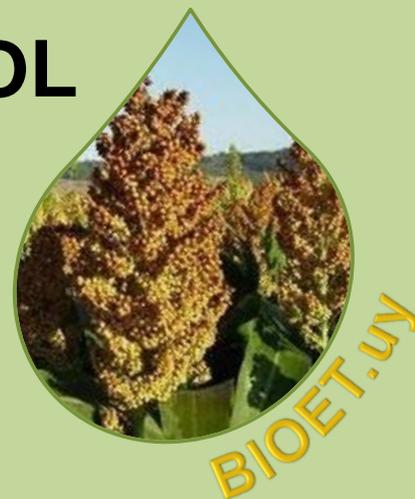


OBTENCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE SORGO GRANO



Departamento de Proyecto Industrial

Instituto de Ingeniería Química

2011

INTEGRANTES:

Alvarez Zerpa Andrea

Fernández Tolosa Elisa

Friedman Barboza Andrea

Raggio Aonso Laura

TUTORES:

Ing. Químico. Jorge Castro

Ing. Químico. Mónica Loustaunau

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe es un anteproyecto que estudia la factibilidad técnica y económica de la instalación de una planta industrial de producción de etanol carburante a partir de sorgo grano. El objetivo fundamental de este estudio se basa en analizar la posibilidad de producir etanol hidratado a partir de cultivos alternativos a la caña de azúcar, que al día de hoy es la única materia prima utilizada para tal fin.

La Ley N° 18.195 dota de un marco legal a la producción y comercialización de agrocombustibles, y establece que a partir del 31 de diciembre del 2014, será obligatorio el agregado de un 5% de etanol a las naftas. El presente emprendimiento surge con la intención de cubrir parte de la demanda interna insatisfecha de dicho producto. Con esta perspectiva el proyecto en estudio planea producir el equivalente a 15.000 m³ anuales de etanol anhidro, bajo la forma de alcohol al 95,5 % (v/v). Para dicha producción se requieren 37.500 toneladas anuales de sorgo grano.

El emprendimiento *BIOET.uy* se planea ubicar en el departamento de Colonia, a 3 km de la ciudad de Nueva Palmira, siendo esta ubicación un punto estratégico por encontrarse en la zona de mayor producción de sorgo grano.

El proceso de producción de etanol, puede dividirse en cuatro etapas fundamentales: extracción del almidón, obtención de azúcares fermentables, fermentación y destilación. En una primera etapa, los granos de sorgo gruesamente molidos son sometidos a alta presión y temperatura, lográndose la gelatinización de los gránulos de almidón. Posteriormente el almidón extraído es licuefaccionado y sacarificado empleando enzimas específicas obteniendo una solución con alto contenido de glucosa. La glucosa obtenida es fermentada en reactores batch empleándose *Saccharomyces cerevisiae*. En una última etapa el etanol es llevado a una concentración de 95.5% en el sistema de destilación.

El diseño del proceso genera un excedente de vapor que es aprovechado para la obtención de energía eléctrica mediante el uso de un turbogenerador. Se generan 2,5 MW que permiten cubrir las necesidades energéticas de la planta y contar con un excedente de 1,98 MW que será vendido a la red pública.

Al considerar los efluentes generados, el de mayor impacto vendría dado por las vinazas obtenidas como subproducto, pero en este caso serán derivadas como materia prima para otro emprendimiento para producción de alimento animal.

La implementación de este proyecto requiere una inversión total de U\$S 16.874.484 cuando se utiliza únicamente capital propio y de U\$S 7.574.048 para capital mixto. Analizando las variables económicas del proyecto se concluye que no resulta económicamente viable si se evalúa considerando un precio de indiferencia para ANCAP respecto a la gasolina. Frente a esta situación se toma como precio del alcohol el resultante de considerar una TIR del 13 % para capital propio, siendo éste de 0.92 U\$S/L. Este precio permite obtener una tasa de rentabilidad de 15% para el caso de capital mixto. El período de repago es de 7 años y 2 meses y 8 años y 6 meses para capital propio y mixto respectivamente. Es importante mencionar la existencia de la posibilidad de aumentar la rentabilidad del proyecto mediante la comercialización de las vinazas logrando así un ingreso adicional.

En cuanto a la evaluación del proyecto en base al escenario planteado anteriormente, desde el punto de vista del empresario resulta rentable pero con cierto riesgo presentando su rentabilidad mayor sensibilidad asociada a variaciones del precio del etanol frente a variaciones de precio del sorgo. Desde el punto de vista de las instituciones financieras el proyecto no presenta riesgos considerables.

Desde el punto de vista nacional, según los índices analizados el emprendimiento no lograría un aporte significativo. Por otro lado, la ejecución del proyecto traer aparejado ciertas ventajas como ser, la incorporación de tecnologías de última generación al país, la reducción en las importaciones de energía eléctrica y de harinas para alimentación animal, así como también un importante impulso al desarrollo de los biocombustibles.

Finalmente, es importante destacar que el presente proyecto contribuye a la diversificación de la matriz energética.