

Una alternativa para mejoras tecnológicas en la destilería ALFICSA

An alternative for technological improvements in ALFICSA distillery

Enrique Penín Pérez¹, Víctor González Morales^{2*},
Erenio González Suárez² y Antonio Frías López²

¹ AZCUBA Cienfuegos

² Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas;

*e-mail de correspondencia: victorgm@uclv.edu.cu

Resumen

El presente trabajo fue realizado en la destilería Alcoholes Finos de Caña (ALFICSA) perteneciente al municipio de Aguada de Pasajeros con el objetivo de la realización de una evaluación técnico económica inversionista para establecer un orden de prioridades en las inversiones necesarias a realizar en dicha destilería con el fin de aumentar los rendimientos productivos y disminuir los costos totales de operación. El trabajo comienza con una revisión bibliográfica que abarca aspectos relacionados con la producción de etanol, con la cinética de la fermentación alcohólica, con análisis de sistemas discontinuos, así como algunos principios relacionados con el proceso de destilación. Se realizaron los balances de masa y energía en la etapa de preparación de mosto, fermentación y destilación para determinar así las corrientes principales del proceso utilizando para ello el Microsoft Excel. Se realizó una evaluación de las alternativas escogidas con el auxilio de los indicadores dinámicos de rentabilidad.

Palabras Clave: Producción de etanol, fermentación, destilación, evaluación técnico económica

Abstract

The present I work it was accomplished in her in the distillery Fine Alcohols of Cane (ALFICSA) belonging to the municipality of Aguada of Pasajeros for the sake of the realization of an evaluation technical economic investor to establish an order of priorities in the necessary investments to realize in the aforementioned distillery with the aim of increasing the productive performances and decreasing the total costs of operation. The work begins with a bibliographic revision that comprises aspects related with the ethanol production, with the kinetics of alcoholic fermentation, with discontinuous system analysis, as well as any one beginning related with the process of distillation. The balances of mass and energy in the stage of preparation of grape juice, fermentation and distillation to determine the mainstreams of the process using for it the Microsoft Excel. An evaluation of the alternatives chosen with the help of the dynamic indicators of profitability came true.

Key words: Ethanol production, fermentation, distillation, technical-economic evaluation

Introducción

La crisis energética mundial ha desencadenado un aumento sostenido del precio de los combustibles convencionales, carbón de piedra, petróleo y gas natural. Esto ha revolucionado la búsqueda de fuentes renovables de energía. La producción de alcohol etílico constituye una de las alternativas más viables. En la actualidad hay un crecimiento de la producción de etanol, fundamentalmente, para ser usado como combustible. Se utiliza en los llamados combustibles flex, mezclado con gasolina y diesel. En países como Brasil y E.U.A existen programas para aumentar estas mezclas hasta un 20% de etanol. El alcohol etílico puede ser producido a partir de cualquier azúcar fermentable, por acción de las levaduras, en condiciones favorables. Puesto que el almidón y otros hidratos de carbono pueden ser hidrolizados a azúcares fermentables por medios biológicos o químicos, se puede disponer de muchas fuentes de azúcar.

La materia prima puede clasificarse en tres tipos principales:

- Materias sacaroides, como azúcar de caña, remolachas, melazas y jugos de frutas.
- Materiales que contienen almidón, que comprenden los cereales (maíz, malta, cebada, avena, centeno, trigo, arroz, sorgo y otros) patatas, batatas o boniatos, girasol, yuca y otras sustancias.
- Materiales celulósicas, como madera y los residuos de fabricación de la pasta de papel.

Las melazas además son una de las fuentes más baratas de carbohidratos y no solo contienen gran cantidad de azúcares, sino también sustancias nitrogenadas, vitaminas y elementos trazas, todas muy beneficiosas para el crecimiento y multiplicación de

los microorganismos y en general para el desarrollo del proceso metabólico microbiano (*Villena, 1997*).

La fermentación alcohólica en los términos más simples es la conversión de azúcar en alcohol y gas carbónico mediante la acción de levadura. Las levaduras son los microorganismos más utilizados en la producción de etanol por la vía fermentativa, debido a que producen un mejor proceso de separación después de la fermentación, además producen un contenido de toxinas muy inferior a otros microorganismos.



El etanol se emplea además en la producción de bebidas, como antiséptico, solvente, agente preservante y precipitante, disolvente de nitrocelulosa, gomas, resinol, jabón y muchas otras sustancias. En los últimos tiempos también se ha utilizado como combustible para la producción de hidrógeno con fines de generar electricidad en las llamadas celdas combustibles (*Albernas, 2010*).

En los últimos años se ha incrementado los precios de venta del etanol en el mercado internacional, se puede estimar como el 70% del precio de la gasolina, pero también se han incrementado su costo de producción. El perfil de costos de ALFICSA muestra que el 49,8 % corresponde a la materia prima y el 26 % a la energía. Por lo que este estudio se propone los Objetivos:

1. Determinar las oportunidades de ahorro en el proceso
2. Proponer alternativas de mejoras tecnológicas en el proceso de producción.
3. Realizar el estudio de factibilidad de las alternativas propuestas.

Desarrollo

Para determinar las oportunidades de ahorro, se realizaron los balances de masa y energía en cada área. En las condiciones actuales de contaminación de las fuentes de agua, de los altos precios de la melaza y del petróleo se hace necesario analizar alternativas de cambios tecnológicos que posibiliten mantener la eficiencia global promedio en 85%, el consumo de petróleo por debajo de 8 Gal/Hlap y evitar tener que reparar alcohol durante 2,5 días cada mes para producir más extrafino (*Suárez., 2012*). Se presentan las principales oportunidades de mejoras tecnológicas a fin de aumentar la eficiencia industrial y disminuir los costos finales de producción, proponiendo como alternativas.

Alternativas de mejoras tecnológicas.

1. Rehabilitación de la caldera de vapor, con la posibilidad de quemar crudo cubano, fuel-oíl y subproductos alcohólicos de la destilería.
2. Implementación del sistema de fermentación VIMAS y mejoras en el tratamiento de agua del proceso.
3. Montaje de una columna repasadoras las cabezas.

Estas inversiones presentan las siguientes ventajas:

1. Garantía de producción ininterrumpida durante 300 días anuales al no tener que parar la destilación para reparar el alcohol de segunda.
2. Las modificaciones no implican cambios estructurales en las naves existentes.
3. La estabilidad en la eficiencia global de la fermentación ofrece % alcohólicos por encima de 7 lo que disminuye la cantidad de vinaza y ahorra vapor en la destilación.
4. La posibilidad de usar petróleo crudo o fuel-oíl con adición de algunos subproductos de la destilación en un único quemador en la caldera.

Antecedentes alternativa #1 (Deficiencias Del área de generación de vapor)

- Quemador RAY: Presenta desgaste en varias de sus partes fundamentales, elementos de regulación y principalmente en la copa rotatoria y en la boquilla de pulverización, además las electroválvulas están en muy mal estado. Sistema de preparación y alimentación de combustible: El estado de conservación es deficiente, se observa un alto grado de corrosión en las bombas, válvulas, accesorios y tuberías en general. El aislamiento térmico de tuberías y tanques es deficiente en alguno casos y en otros no existe. La eficiencia del sistema es inferior al 78%.

Después de analizadas las problemáticas se presentaron un grupo de propuestas de soluciones:

- Adquirir un quemador nuevo marca RAY tipo 1 500 para sustituir el actual.
- Adquirir un quemador mixto (Líquido-Líquido) para quemar crudo cubano y alcohol flema con las siguientes variantes.

Primera variante: Posibilidad de quemar alcohol flema en el mismo momento que se quema el crudo, modulando solo el ultimo, según demanda. De no tener disponibilidad de alcohol se mantenga en operación solo con crudo.

Segunda variante: Posibilidad de quemar con alcohol o crudo indistintamente según se requiera.

- Adquirir un sistema de bombeo y alimentación de combustible que se satisfaga la variante seleccionada.
- Adquirir los recursos necesarios para acometer los trabajos de recuperación del aislamiento térmico de tubería y equipos auxiliares.

Se solicita a BIOENERGIA CARIBE, empresa especializada, una oferta del equipamiento para solucionar todas las deficiencias y se realiza el estudio de factibilidad.

-Alternativa #1: Rehabilitación de la caldera de vapor.

El objeto esencial del presente proyecto de inversión es la adquisición, montaje y puesta en marcha de un sistema de combustión automático para la caldera de 20 t/h y

acometer trabajos de recuperación del aislamiento térmico de tuberías y equipos auxiliares, aumentar la eficiencia del sistema al 85%.

Costo de la Inversión - \$ 480 222,22

-Alternativa #2: Implementación del sistema de fermentación VIMAS y mejoras en el tratamiento de agua del proceso. Antecedentes

Existe un margen de eficiencia fermentativa del 5%. Existe una fuerte infección en las cubas de fermentación, los azúcares reductores fermentables residuales están por encima de 3 g/l. El agua utilizada en la dilución de mieles tiene una fuerte infección. Utilizar el Proceso de Fermentación Alcohólica VIMAS (*Volumen incrementado por múltiples adiciones secuenciales*). Consiste en la adición singular, controlada, secuencial y repetida del mosto, a las cubas hijas en la sala de fermentación o en otras palabras es una forma automatizada de conducir la propagación de la levadura y la fermentación en las cubas. Es una forma particular de operar un proceso Feed-Batch. La misma permite mayores concentraciones de mosto, consigue mayor grado alcohólico del vino, evita las inhibiciones en la levadura ya que la competencia con otros microorganismos contaminantes se ve minimizada (por lo que minimiza las Infecciones bacterianas), consigue una mejor atenuación del calor generado durante la fermentación y disminuye el tiempo total de fermentación. Sus requerimientos en “hardware” son bajos, pero requiere de un “software” confiable y operacional. Está concebido para ser utilizado con mieles, jugos o mezclas de ambos. Se muestra la cinética de la fermentación, se observa que los tiempos de llenado es de alrededor de 20h y que la concentración máxima de azúcares esta alrededor de 40kg/m³ (Estévez, R, 2008 y 1997). Para el estudio de factibilidad de esta alternativa se solicitó oferta de precios del equipamiento a la empresa Española TOMSA DESTIL.

Costo de la Inversión - \$ 616 950,05

Alternativa #3: Montaje de una columna repasadoras las cabezas.

El sistema de destilación de ALFICSA esta formado por cinco columnas, dos de ellas trabajan a presión, las otras tres funcionan al vacío funcionando a doble efecto. El sistema tiene tres corrientes de salidas, una principal de alcohol fino que representa el 90%, otra de alcohol metílico del 2% y otra de cabezas, de la rectificadora y hidroselectora, que representan el 8%. Estas cabezas se acumulan en un tanque y son posteriormente rectificadas. Esto trae consigo una pérdida de 2,5 días mensuales como promedio, durante este período es necesario liquidar la sala de fermentación. Para solucionar estos inconvenientes se propone la instalación de una sexta columna repasadora de cabezas, funcionando como una segunda rectificadora. También para el estudio de esta propuesta se solicitó oferta la empresa TOMSA DESTIL.

Costo de la Inversión - \$ 952 550,32

Resultados y discusión

Las evaluaciones económicas realizadas en diferentes escenarios mostraron que no era aconsejable realizar todas las inversiones en un año y los mejores resultados se obtienen con un programa de inversiones en 3 años, sin dejar de producir. A continuación se resume la alternativa para el escenario medio o más probable, considerándose: Reducción en índices del 3 % en Miel y 2 en Petróleo, base los planeados en 2012, Tasa descuento 12 %, Crédito al 12 % interés, Las inversiones en 3 años, Producción 150 días en el 1ero, 210 y 280 días en los siguientes años, precios referencia 2012 estables.

Tabla 1. Ingresos asociados al programa ambiental propuesto

<i>Parámetros Económicos</i>	<i>Para la Inversión Total</i>
TIR , %	102
VAN (al 12.0 % , Miles\$)	9 810,7
RVAN \$/\$	3,06
P. Recuperación Inversión (Años)	2,88
Pto de Equil. (Hl a Producir)	144 741,6
Pto de Equil. (% Producir)	57,4

Conclusiones

1. La rehabilitación de la caldera de vapor y la sustitución del equipo de combustión actual por uno que tenga la facilidad de quemar tanto fuel-oíl como alcohol flema mejorará la eficiencia en la cadera hasta 85,27 %, con un ahorro de en el consumo de combustible equivalente a 815,472 kg y la utilización de los dos combustibles como fuente para general vapor un ahorro por 32,2 miles de CUC al año. Esta inversión se recupera en 6,5 meses.
2. La implementación del sistema de fermentación VIMAS conseguiría un mayor grado alcohólico del vino, evitaría las inhibiciones en la levadura, consigue una mejor atenuación del calor generado durante la fermentación y disminuye el tiempo total de fermentación. Esta inversión se recuperará en 8 meses
3. La nueva columna para el procesamiento de las primas y las cabezas evita detener la producción de la planta por 2,5 días por mes para repasar y por tanto los productos obtenidos en la sección de destilación serán productos finales. La inversión se recuperará en 1,2 años.

Recomendaciones

1. Proponer a la dirección de la empresa mixta que analice, en la junta de accionista, las modificaciones tecnológicas para su implementación.

Bibliografía

1. Albernas, Y., González, E., Cervantes, Y., y Penín, E. 2010. *Análisis del Proceso de Obtención de Alcohol Extrafino en una Destilería*. *Centro Azúcar*, 37, 8-14.
2. Báez, R. E. 2008. *Proceso de Fermentación Alcohólica VIMAS*.
3. Estévez, R. 1997. *Fundamentos de la generación de levadura en destilerías*. Memorias I Seminario de producción de levadura Torula. MINAZ. .
4. Peters, M. S. and Timmerhaus, K. D. 2003. *Plant Design and economics for Chemical Engineers*. In: Mc. GRAW-HILL (ed.) Fifth Edition ed Professors of Chemical Engineering University of Colorado.
5. Suárez, E. G. 2012. *Estudio de Factibilidad Técnico-Económica para la ejecución de cambios tecnológicos en la destilería ALFICSA*.
6. Villena, M. 1997. *Proyecto de destilería de alcohol Rectificado de Mieles*.
7. 2010. http://www.science.oas.org/Simbio/mbio_ind/cap5_mi.pdf.
8. 2012. <http://www.quiminet.com/articulos/los-principales-usos-y-aplicaciones-del-alcohol-etilico-2643852.htm>.