

Posibilidades de reconversión de una fábrica de cera cruda para la elaboración de productos de alto valor agregado

Possibilities of revamping a cera factory for the elaboration of products of high added value

Autores: Pérez-Morales, Vladimir¹; Villanueva-Ramos, Gretel², Morales-Zamora, Marlén³

Instituciones: ¹Empresa Azucarera Antonio Guiteras. Las Tunas. AZCUBA; ²Departamento de Ingeniería Química. Universidad Central de Las Villas. ³Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central de Las Villas. Cuba

Email: marlenm@uclv.edu.cu

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las posibilidades de reconversión de una fábrica de cera cruda para la producción de productos de alto valor agregado de manera que permita aprovechar las instalaciones existentes en las plantas de cera cruda y refinada de una empresa azucarera. Para realizar esta evaluación se utilizan los resultados obtenidos por especialistas de la UCLV en la obtención de biodiesel y alcoholes de alto peso molecular directamente a partir de la cachaza, los cuales han demostrado su factibilidad en una tecnología sencilla y aplicable a cualquier empresa azucarera del país. Se analiza un estimado de económico del impacto de la propuesta de reconversión en una planta de cera cruda.

Palabras claves: cera, cachaza, reconversión, biodiesel, alcoholes.

Abstract

The present work has objective to analyze the possibilities of revamping raw wax factory for the production of high value-added products so that could exploit the existing facilities at plants and refined crude wax of a sugar company. For this evaluation results are used by specialists in obtaining UCLV biodiesel and high molecular weight alcohols directly from mud which have demonstrated is feasibility in simple technology and applicable to any country's sugar company. It analyzes an estimated economic impact of the proposed revamping in crude wax plant.

Key words: wax, revamping, biodiesel and alcohols.

Introducción

La caña de azúcar además de sacarosa, producto tradicionalmente utilizable, contiene celulosa, lignina, pentosanas, ácido aconítico, esteroides, grasas, proteínas, ácidos nucleicos, ceras y otros compuestos nitrogenados de bajo peso molecular, por solo mencionar los constituyentes principales, los mismos pueden ser fuentes de innumerables productos naturales que aún no son suficientemente conocidos. (Balch, 1994)

La industria de los derivados de la caña de azúcar es capaz de ofrecer una variedad de materias primas y productos, los cuales no han sido explotados en toda la magnitud que se necesita, por lo que se requiere de esfuerzos para su desarrollo en el aprovechamiento de varios productos.

Los estudios realizados sobre la composición físico-química de la cera han demostrado que esta no está constituida por un solo compuesto, sino que está compuesta por una mezcla de ésteres, ácidos libres, alcoholes e hidrocarburos. Es por ello, la importancia de analizar, no solo la refinación de la cera cruda, sino también de los productos presentes en la misma de acuerdo a las necesidades y la tecnología a utilizar en cada caso.

En la actualidad ha tenido un auge considerable la producción y uso de los biocombustibles, los cuales deben ir paralelo a la sostenibilidad ambiental, incentivando su desarrollo, lo que puede ser optimizado mediante una adecuada integración material y energética e incluso para productos de alto valor agregado (González, E., 2007). De ahí que, la importancia de analizar las posibilidades de utilizar las instalaciones de obtención de cera cruda en su adaptación para la producción de biodiesel y productos insaponificables, centra la atención de técnicos, especialistas y directivos con vista a satisfacer las demandas del mercado nacional e internacional.

Algunos investigadores que participan en los estudios de producción de biodiesel han desarrollado excelentes trabajos para la transesterificación de los triglicéridos, a partir de aceites provenientes de semillas y de grasa animal, pero relativamente poco desarrollo han experimentado las ceras en la producción de biodiesel. (Canoira, L., 2004) evaluó el proceso de obtención de este biocombustible utilizando cera de una planta brasileña llamada jojoba, mediante los procesos de catálisis ácida y básica con metanol,

obteniendo excelentes resultados.

En Cuba se han realizado varios trabajos (Ley, 2006), encaminado a estudios de la producción de biocombustibles a partir de residuos sólidos agroindustriales como la cera de cachaza. De los mismos, se obtiene que la producción de biodiesel, a partir de estos residuos, se considera una alternativa energética viable para la sociedad actual, donde la transesterificación empleando etanol en medio básico es ruta de obtención de este producto con gran impacto económico y ambiental.

Los estudios realizados por especialistas de la UCLV (Villanueva, 2006; Feit, 2007) a escala de laboratorio para la obtención de biocombustibles y productos insaponificables a partir de la cachaza directamente, han demostrado la factibilidad para la obtención de estos productos con una tecnología sencilla y aplicable a cualquier empresa azucarera del país.

En el caso de la UEB de Derivados Antonio Guiteras, existe una planta para la obtención de cera cruda con la tecnología Swenson, por lo que implica la realización de nuevos estudios utilizando la cera cruda presente en la cachaza para la obtención de estos nuevos productos a escala industrial, lo cual permitirá definir la estrategia a seguir con las instalaciones existentes para su reparación y reconversión según los requerimientos actuales.

El objetivo del trabajo consiste en evaluar técnico-económicamente las posibilidades de reconversión de la planta de cera cruda con la adaptación de la tecnología de los especialistas de la UCLV en la obtención de biodiesel y alcoholes de alto peso molecular.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio tiene como idea central la reconversión de una planta de cera cruda que actualmente no se está explotando, utilizando además el equipamiento existente en otras plantas de cera refinada. Para ello es necesario introducir los resultados de la tecnología diseñada por especialistas de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (Villanueva, 2006; Feit, 2007) para la obtención de productos de alto valor agregado, la cual debe ser adaptada y asimilada para su puesta en explotación a escala industrial.

La tecnología propuesta se basa en dos etapas fundamentales para la reconversión de la planta de cera cruda para la producción de biodiesel y productos insaponificables (alcoholes de alto peso

molecular):

1-Rehabilitación de la planta de cera cruda existente con tecnología desarrollada por Swenson.

2-Introducción de la nueva tecnología para el procesamiento de la cera desarrollada en la Universidad Central de Las Villas, teniendo su inicio a partir de la reacción de transesterificación hasta la obtención del Biodiesel y los alcoholes de alto peso molecular.

La cachaza que sale de los filtros rotatorios con un 75 % de agua, es conducida a la planta extractora donde se calienta con vapor a 75 °C, elevando su contenido de agua hasta un 85 %. La misma es introducida por la parte superior de la columna extractora, fluyendo hacia abajo a través de una serie de platos perforados dispuestos horizontalmente.

Los platos están provistos de aperturas centrales que permiten el paso de la cachaza alternativamente hacia dentro y la periferia de los mismos. Una serie de brazos metálicos unidos a un eje central producen una agitación continua en el interior de la columna.

El heptano entra por la parte inferior de la columna a una temperatura de 100 – 105 °C, fluye hacia arriba y sale por la parte superior en forma de una solución cera – heptano.

El sólido agotado es bombeado a otra columna de platos, por la parte superior entra el sólido y por la inferior vapor de agua, el cual permite recuperar el solvente presente en el mismo para su posterior utilización en el proceso productivo nuevamente. La cachaza residual se bombea a un tanque almacén y de este se cargan las pipas para su disposición en los campos cañeros y otros cultivos.

La solución cera – heptano pasa a un proceso de evaporación y purificación con vapor, donde los vapores de solvente son condensados, separados del agua por decantación y almacenados para su posterior utilización en la extracción. La cera concentrada es almacenada en un tanque enchaquetado o directamente al reactor de transesterificación.

La etapa de transesterificación se realiza a Bach ó por etapas de forma discontinua. La cera en estado líquido pasa a los reactores, los cuales se cargan escalonadamente para garantizar la continuidad productiva de la instalación. (4 reactores, 3 en operación y 1 de reserva).

Posteriormente se añade la cantidad predeterminada de etanol proveniente del tanque almacén y junto con este, el catalizador de etóxido de sodio

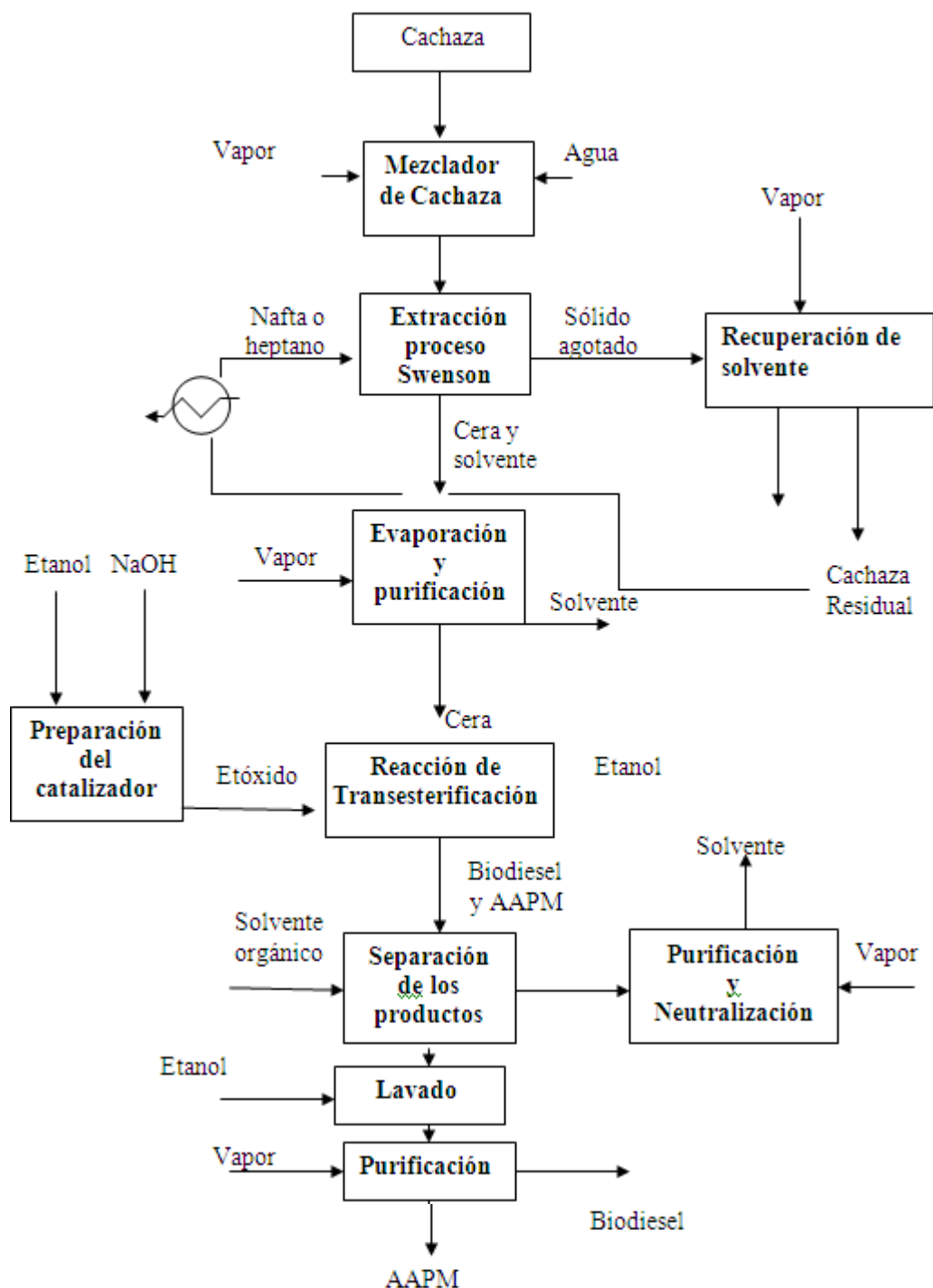
previamente preparado de acuerdo a los índices preestablecidos, luego se mantiene en agitación por 4 horas y a 70 °C para lograr mayor eficiencia en la reacción de transesterificación.

La mezcla resultante se descarga a un tanque de mezclado provisto de sistema de refrigeración y se deja enfriar a temperatura ambiente, se disuelve en solvente orgánico (Nafta) y se mantiene durante 12 horas a una temperatura de 4–6 °C. En esta etapa cristalizan los alcoholes grasos ó AAPM. Se separan los AAPM a través de un filtro prensa diseñado según las características de los cristales; posteriormente se purifican los alcoholes mediante un lavado con etanol para eliminar los restos de nafta que quedan luego del proceso de filtración.

El licor resultante de la separación por filtrado se evapora para eliminar el etanol que no reaccionó y el solvente orgánico, los cuales se condensan para recuperarlos y utilizarlos nuevamente en el proceso siempre que mantengan la calidad requerida para ello.

Finalmente se valora la acidez del biodiesel y se neutraliza con ácido de ser necesario, para luego ser depositado en un tanque de almacén, quedando listo para su comercialización. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo de la propuesta.

Fig.1: Diagrama de bloques del proceso tecnológico propuesto.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la reconversión de esta planta se hace necesario un análisis de los resultados alcanzados en la planta de cera cruda de Antonio Guiteras sobre la cual han investigado varios autores como Rivas, 1985, 1987) y la tecnología desarrollada en la UCLV. Se realizó un estudio y defectado de la instalación completa para evaluar la propuesta idónea para su reparación, entrevistando a técnicos y especialistas

para determinar el equipamiento existente y el completamiento del que falta actualmente. Se realizó un recorrido por toda la instalación para verificar la situación real. Se analizó el equipamiento existente en la planta de cera refinada de Guiteras y las plantas de Jesús Menéndez para el completamiento de equipos y su reconversión para obtener las nuevas producciones propuestas.

Para el cálculo de los resultados productivos a alcanzar con la planta después de reconvertida se han tomado como base los resultados alcanzados a escala de laboratorio y planta demostrativa en la UCLV (Feyt, 2007; Villanueva, 2006). Para esto se tiene en cuenta los índices generales de la nueva instalación y su capacidad instalada.

Tabla 1. Resultados de las condiciones de trabajo y consumos de materias primas.

No	Parámetro	U/M	Valor
1	Tiempo de operación	Días	120
2	Cachaza total	t/año	28224,0
3	Extracción de aceite	t/año	576,00
4	Consumo de Nafta	L/año	914396,60
5	Consumo de Hidróxido de sodio	t/año	5,05
6	Consumo de Etanol	L/año	555155,00
7	Consumo de Agua	m ³ /año	9878,40
8	Consumo de Vapor	t/año	22579,20
9	Consumo de electricidad	kW-h/año	1293505,92
10	Consumo de Gas- Oil	L/año	84672.0
11	Índice de Biodiesel/ t de cachaza	L/t	103.86
12	Índice de AAPM/t de cachaza	Tm/Tm	0.11
13	Producción de Biodiesel	L/año	2931344.6
14	Producción de AAPM	t/año	3104.64

Para valorar el impacto económico de la propuesta se tuvo en cuenta la capacidad instalada con el proceso Swenson y la necesidad de equipos para la recuperación de la misma, así como la nueva instalación a incrementar para lograr las producciones esperadas de Biodiesel y AAPM.

Para estimar el costo del equipamiento a recuperar de las plantas de cera se ha tenido en cuenta el valor residual de los mismos actualizado el registro de activos fijos de la unidad de derivados en el año 2012. El resto de los recursos se desglosan según los precios establecidos por la comercializadora AZUMAT en el municipio.

Tabla 2. Estimado de la inversión según la propuesta.

No	Conceptos	CUC	MT
1	Equipos y Maquinarias	75500,00	428884,00
2	Construcción y Montaje	7300,00	691013,92
3	Otros	5450,00	329730,00
4	Total	88250,00	1449627,92

Para el análisis de los costos se utilizaron los precios actualizados de los diferentes productos suministrados por AZUMAT a la entidad:

Tabla 3. Costos de producción.

No	Elementos	U/M	Total
1	Costos Variables	\$	950093,60
2	Costos Fijos	\$	465129,66
3	Costo total de producción	\$	1415223,20

Para analizar los ingresos se han escogido los precios del gas-oil actualizados en los establecimientos para el sector estatal como referencia para el biodiesel. En el caso de los AAPM se ha fijado un valor mínimo debido a que no existe una política definida en el país para aprovechar este producto de un alto valor en el mercado internacional. (González, 2007)

Tabla 4. Ingresos globales de la propuesta.

No	Parámetro	U/M	Valor
1	Precio Biodiesel	\$/L	0,90
2	Precio AAPM	\$/t	1000,00
3	Producción de Biodiesel	L	2931344,60
4	Producción de AAPM	t	3104,64
5	Ingresos Biodiesel	S	2638210,10
6	Ingresos AAPM	S	3104640,00
7	Ingresos totales	S	5742850,10
8	Costo total de producción	S	1415223,20
8	Utilidad bruta	S	4327626,90

La valoración de la factibilidad de la inversión se realizó sobre la base del cálculo del indicador dinámico VAN, tomando una tasa de interés del 15%.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5, determinándose por una hoja de cálculo en Excel, evaluando los indicadores económicos mediante la metodología planteada por (Peters, 2003).

Tabla 5. Resultados de la evaluación.

Parámetros	U/M	Biodiesel	AAPM	Total
Tasa interna de retorno(TIR)	%	26	35	68
Valor Actual Neto(VAN)	MP	3117,99	4484,17	12877,11
Periodo de Recuperación(PRD)	años	2	2	1
Tasa de actualización	%	15	15	15
Costo Total/ Ingreso	-	0,54	0,46	0,25

Conclusiones

Existen posibilidades de reconversión de una fábrica de cera cruda para la producción de productos de alto valor agregado como biodiesel y alcoholes de alto peso molecular a partir del aprovechamiento de las instalaciones existentes en las plantas de cera cruda y refinada de las empresas azucareras.

Del análisis económico preliminar se obtiene factibilidad económica con la venta de los productos biodiesel y los alcoholes de alto peso molecular.

Bibliografía

- 1-Balch, Royal T. (1994). Derivados cerosos y grasos de la caña de azúcar”. Traducción del MINAZ, La Habana, Cuba.
- 2-Canoira, L.; Alcántara R.; García, M. J.; y Carrasco J. (2006) Biodiesel from Jojoba oil-wax: Transesterification with methanol and properties as a fuel. Department of Chemical Engineering and Fuels, School of Mines, Polytechnic University of Madrid, Ríos Rosas, 21, 28003-Madrid, Spain. Biomass and Bioenergy 30, 2006. pp 76–81.
- 3-Feyt Leyva, Reinier. (2007) Estudio y diseño de una planta demostrativa para la producción de biodiesel a partir de un residuo de la industria azucarera”. Trabajo de Diploma. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Julio
- 4-González, Erenio (2007). Demandas investigativas con vista a las producciones de biocombustibles. Revista centro azúcar, No. 1, UCLV, 2007.
- 5-Ley Chong, N. (2006) Contribución a los métodos de asimilar tecnologías, aplicado a un caso de producción de Biocombustibles. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Julio
- 6-Rivas, E.; De La Vega, E. (1987) Aumento de la eficiencia energética en el proceso de extracción de cera de cachaza. Revista ICIDCA No1, Volumen XXI, La Habana.
- 7- Rivas, E.; García, A.; Padilla, J. A. (1985) Rehabilitación de la planta para la extracción de cera de cachaza. Tarea técnica. ICIDCA.
- 8-Villanueva Ramos G., Ley Chong N. y colaboradores. (2006) Estudio preliminar para la producción de Biodiesel a partir de derivados de la caña de azúcar”. en memorias del XXVII Congreso Latinoamericano de Química. VI Congreso Internacional de Química e Ingeniería Química. Octubre.