

Posibilidades de reconversión de una fábrica de Cera Cruda para la elaboración de productos de alto valor agregado.

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

**Autor:** Vladimir Pérez Morales; Gretel Villanueva Ramos

**Resumen:**

Este trabajo muestra un estudio para la reconversión de una fábrica de cera cruda (Proceso Swenson), la cual no esta siendo aprovechada actualmente y este producto puede ser refinado para la obtención de nuevos productos de alto valor agregado, sobre la base de recuperar dicha instalación con el equipamiento existente en la planta de cera refinada de la propia empresa y otras plantas del país según las condiciones actuales. Para realizar esta evaluación se utilizaron los estudios realizados por especialistas de la UCLV para la obtención de biodiesel y alcoholes de alto peso molecular directamente a partir de la cachaza, los cuales han demostrado su factibilidad para la obtención de los mismos con una tecnología sencilla y aplicable a cualquier empresa azucarera del país.

Palabras claves: Cera, cachaza, conversión, biodiesel y alcoholes.

**Abstract:**

This work evidences a study for the reconversion of one raw wax (Process Swenson), which is not being utilized present and this product can be refined for the obtaining of new products of high added value, on the base to recover the aforementioned installation with the existent equipment at the wax refined plant of the own company and other plants of the country according to present conditions. In order to accomplish this evaluation studies done by specialists of the UCLV for obtaining biodiesel and alcohols of high molecular weight directly from laziness, which have demonstrated their feasibility for the obtaining of them with a simple and applicable technology to any sugar company of the country.

Key words: Wax, laziness, reconversion, biodiesel and alcohols.

## **Introducción.**

La caña de azúcar además de sacarosa, producto tradicionalmente utilizable, contiene celulosa, lignina, pentosanas, ácido aconítico, eteroles, 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 en nuestro país 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 y abre un espectro prácticamente infinito de aprovechamiento para la fabricación de cientos de 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 una mezcla de esterios, ácidos libres, alcoholes e hidrocarburos. Es por ello que al analizar la forma para refinar la cera no se habla de obtenerla pura sino a la recuperación de los productos crudos presentes en la cachaza según 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 al compás de la sostenibilidad ambiental y es conveniente incentivar el desarrollo y el uso de pautas ambientales en todas las industrias, lo que puede ser optimizado mediante una adecuada integración material y energética e incluso para productos de alto valor agregado (González, E., 2007). Es por eso que analizar la posibilidad de utilizar las instalaciones para la obtención de cera cruda para luego someterla a un proceso 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.

La mayoría de los investigadores que participan en el estudio y 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 y colaboradores

desarrollaron un 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, como el de Ley Chong, N., 2006, el cual encaminó sus estudios a la producción de Biocombustibles a partir de residuos sólidos agroindustriales como la cera de cachaza, concluyendo 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 utilizando la tecnología Swenson, por lo que implica y conlleva a 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.

**Objetivo del trabajo.**

Demostrar que se pueden obtener productos de alto valor agregado a partir de la cachaza, reconvirtiendo y ajustando las plantas de cera a la tecnología propuesta por especialistas de UCLV.

## **Desarrollo.**

Este estudio tiene como idea central la reconversión de la planta de cera cruda de Guiteras que actualmente no se está explotando, utilizando además el equipamiento existente en la planta de cera refinada de Guiteras y las dos plantas de Jesús Menéndez. 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 por la UEB de

Derivados “Antonio Guiteras” 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, elevándose su contenido de agua hasta un 85 %. En estado fluido 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 reacción de transesterificación se realiza a bacht ó por templeas de forma discontinua. La cera

en estado liquido pasa a los reactores, los cuales se cargaran escalonadamente para garantizar la continuidad productiva de la instalación las veinticuatro horas del dia ( 4 reactores, 3 en operación y 1 de reserva), posteriormente se le añade la cantidad predeterminada de etanol proveniente del tanque almacén y junto con este, el catalizador de etoxido 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 quedaron presente 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.

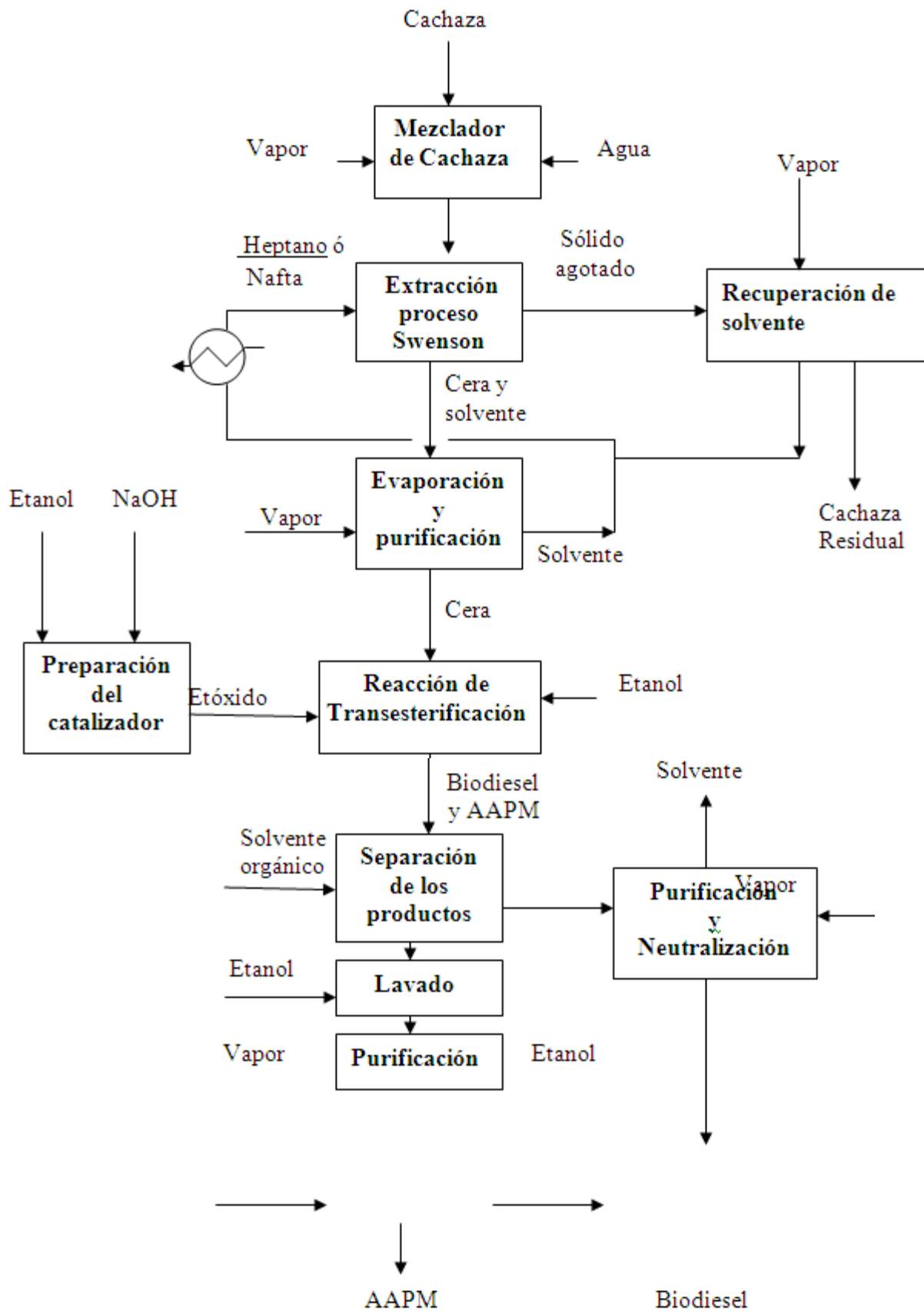


Fig. 1. Diagrama de bloques del proceso tecnológico propuesto.

Reconversión de la planta.

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, De la Vega, García y Padilla, y la tecnología desarrollada en la UCLV.

Se realizó estudio y defectado de la instalación completa existente para evaluar la propuesta idónea para su reparación, para lo cual se entrevistó a algunos técnicos y especialistas para determinar el equipamiento existente y el completamiento del que falta actualmente, además se recorrió toda la estación para verificar a pie de obra la situación real. Fueron analizados también los equipamientos existentes en la cera refinada de Guiteras y las dos de Jesús Menéndez para el completamiento de la cera cruda 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 (Feit, 2007), Villanueva y Ley Chong.

Para esto se tiene en cuenta los índices generales de la nueva instalación y su capacidad instalada.

**Tabla 1:** Resultados.

No	Parámetro	U/M	Valor
1	Tiempo de operación	Días	120
2	Cachaza total	Tm/año	28224.0
3	Extracción de aceite	Tm/año	576
4	Consumo de Nafta	Lts/año	914396.6
5	Consumo de Hidróxido de sodio	Tm/año	5.05
6	Consumo de Etanol	Lt/año	555155.0
7	Consumo de Agua	m <sup>3</sup> /año	9878.4
8	Consumo de Vapor	Tm/año	22579.2
9	Consumo de electricidad	Kw-h/año	1293505.92
10	Consumo de Gas- Oil	Lt/año	84672.0
11	Índice de Biodiesel/ Tm de cachaza	Lts/Tm	103.86
12	Índice de AAPM/Tm de cachaza	Tm/Tm	0.11
<b>13</b>	<b>Producción de Biodiesel</b>	<b>Lts/año</b>	<b>2931344.6</b>
<b>14</b>	<b>Producción de AAPM</b>	<b>Tm/año</b>	<b>3104.64</b>

Costos de inversión.

Para valorar el impacto económico de esta propuesta se ha tenido 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 y que se encuentra actualizado el registro de activos fijos de la unidad de derivados en el año 2012. El resto de los recursos según los precios establecidos por la comercializadora AZUMAT en el municipio.

**Tabla 2:** Presupuesto de la inversión.

No	Conceptos	CUC	MT
1	Equipos y Maquinarias	75500.0	428884.0
2	Construcción y Montaje	7300.0	691013.92
3	Otros	5450.0	329730.0
<b>4</b>	<b>Total</b>	<b>88250.0</b>	<b>1449627.92</b>

Evaluación económica financiera.

Costos de producción.

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	S	950093.6
2	Costos Fijos	S	465129.66
3	<b>Costo total de producción</b>	<b>S</b>	<b>1415223.2</b>

Ingresos.

Para analizar los ingresos se han escogido los precios del Gas – Oil actualizados en los establecimientos para el sector estatal, utilizando este como referencia para el biodiesel y para 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, M, 2007)

**Tabla 3.7.** Ingresos.

No	Parámetro	U/M	Valor
1	Precio Biodiesel	S/Lts	0.90
2	Precio AAPM	S/Tm	1000.0
3	Producción de Biodiesel	Lts	2931344.6
4	Producción de AAPM	Tm	3104.64
5	<b>Ingresos Biodiesel</b>	<b>S</b>	<b>2638210.1</b>
6	<b>Ingresos AAPM</b>	<b>S</b>	<b>3104640.0</b>
7	<b>Ingresos totales</b>	<b>S</b>	<b>5742850.1</b>
8	<b>Costo total de producción</b>	<b>S</b>	<b>1415223.2</b>
8	<b>Utilidad bruta</b>	<b>S</b>	<b>4327626.9</b>

Indicadores de rentabilidad. VAN, TIR, PRD.

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 determinaron por un programa realizado en Excel, donde se evaluaron los indicadores económicos mediante la metodología planteada por Peter's (Peter's M, 2003) y se muestran en la Tabla 3.8.

**Tabla 3.8:** Resultados de la evaluación.

Parámetros	U/M	Biodiesel	AAPM	Total
Tasa interna de retomo(TIR)	%	26	35	68
Valor Actual Neto(VAN)	MP	3117.99	4484.17	12877.11
Periodo de Recuperación(PR)	años	2	2	1
Tasa de actualización	%	15	15	15
Costo Total/ Ingreso	-	0.54	0.46	0.25

### **Conclusiones.**

- 1- Se demuestra que es posible obtener cantidades apreciables de biodiesel y productos insaponificables trabajando con el sistema Swenson.
- 2- La producción de biocombustibles puede disminuir importaciones al ofertar este preciado producto utilizándolo en la misma madre que le dio origen, la caña de azúcar.
- 3- La inversión se hace factible tanto para la venta de los productos insaponificables como se había determinado en trabajos anteriores, como también para la venta del biodiesel solamente de acuerdo con los indicadores de rentabilidad.

Latinoamericano de Química. VI Congreso Internacional de Química e Ingeniería Química. Octubre 2006.

### **Bibliografía.**

- 1-Balch, Royal T. “Derivados cerosos y grasos de la caña de azúcar”. Traducción del MINAZ, La Habana, Cuba, 1994.
- 2-Canoira, L.; Alcántara R.; García, M. J.; y Carrasco J. “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. “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 2007.
- 4-González, Erenio. Demandas investigativas con vista a las producciones de biocombustibles. Revista centro azúcar, No. 1, UCLV, 2007.
- 5-Ley Chong, N. “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 2006.
- 6-Rivas, E.; De La Vega, E. Aumento de la eficiencia energética en el proceso de extracción de cera de cachaza. Revista ICIDCA No1, Volumen XXI, La Habana, 1987.
- 7- Rivas, E.; García, A.; Padilla, J. A. Rehabilitación de la planta para la extracción de cera de cachaza. Tarea técnica. ICIDCA, 1985.
- 8-Villanueva Ramos G., Ley Chong N. y colaboradores. “Estudio preliminar para la producción de Biodiesel a partir de derivados de la caña de azúcar”. en memorias del XXVII Congreso