

Titulo

Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para la evaluación de posibles alternativas de mejora al proceso de producción de alcohol fino de caña, en ALFICSA

Berlan Rodríguez Pérez¹, Elena Rosa Domínguez² , Dr. Ana Margarita Contreras, Eduardo López Bastida

¹Universidad de Cienfuegos. E-mail brguez@ucf.edu.cu, kuten@ucf.edu.cu

“Centro de Estudio de Química Aplicada, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. E-mail erosa@uclv.edu.cu, anama@uclv.edu.cu,

Resumen.

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) constituye hoy día una de las principales herramientas para valorar el desarrollo sostenible de las distintas producciones y servicios. El presente trabajo aplica esta metodología al proceso de producción de alcohol en la Empresa Mixta de Alcoholes Finos de Caña ALFICSA ubicada en Aguada de Pasajeros; para ello primeramente se realizó un análisis crítico de bibliografías relacionadas con el tema, fundamentalmente la serie de normas NC-ISO 14 040, lo que permite proponer las técnicas más adecuadas que conllevan a la definición de objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impacto ambiental y análisis de mejoras. Una vez definida la metodología se procedió a validar los datos del cultivo de la caña, producción de melaza o miel B y elaboración de alcohol; determinando que los principales problemas ambientales están concentrados en la respiración de sustancias inorgánicas por la emisión de dióxido de azufre (SO₂) y el calentamiento global por emisiones de dióxido de carbono (CO₂), generadas por la combustión de petróleo crudo cubano en el generador de vapor. Se proponen medidas de mejora para disminuir estos impactos basadas en la sustitución del vapor de crudo por el vapor de bagazo sobrante del CAI “Antonio Sánchez” y la instalación de dos plantas haciendo.

recuperadoras de CO₂, las cuales se justifican económica, técnica y ambientalmente. Se finaliza con un conjunto de conclusiones y recomendaciones para que la organización conozca cómo debe proceder ante las situaciones planteadas y qué se debe continuar haciendo.

– Descripción del objeto de estudio

1.1 – Características de la planta de alcoholes finos de caña, ALFICSA

El 21 de julio de 1997, se expide la certificación del Acuerdo No. 3178 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros que autoriza la creación de la Empresa Mixta Alcoholes Finos de Caña S.A., (ALFICSA). Esta empresa está conformada por las sociedades CUBALCOL s.f.

VINUMAR s.f. de España, y THUNDERGUST

LTD de Gibraltar y tiene su domicilio legal en el Consejo Popular Torula, municipio de Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos.

El 14 de octubre del 2000 se inaugura la destilería con una capacidad potencial superior a los 80 000 L/día de alcohol extrafino de 96,3 GL almacenados en depósitos de acero inoxidable y contando con un sistema SCAP para el control del proceso, aspectos que garantizan la calidad del producto y disminuyen el número de trabajadores en comparación con otras fábricas de similar capacidad de producción.

La Misión y la Visión de la Empresa están declaradas de la forma siguiente:

Misión:

ALFICSA es una empresa mixta cubano-española, ubicada en la región central del país que combina los últimos avances tecnológicos y el cuidado del medio ambiente con la experiencia cubana en la producción de alcoholes a partir de la melazas de caña de azúcar y su misión es ofertar materias primas de alta calidad de las industrias licoreras, farmacéuticas y de cosméticos de todo el mundo.

Visión:

Ser empresa líder en el mercado internacional del alcohol, logrando que nuestro sistema de la calidad esté certificado según las normas ISO-9002 y convirtiendo nuestra producción en una producción totalmente ecológica.

ALFICSA produce distintos tipos de alcoholes de la más alta calidad los cuales deben superar estrictos controles de calidad antes de su salida al mercado. Sus principales clientes nacionales son, Suchel, Cuba ron y Havanaclub.

2.2 – Problemas ambientales asociados a la producción de etanol

En la elaboración de alcohol se utiliza como principal materia prima la miel final o miel B, la elaboración de dicho producto se realiza en el CAI “Antonio Sánchez”. Además se emplean diversos productos químicos y maquinarias para el cultivo de la caña de azúcar con vistas a aumentar su rendimiento. Todos estos procesos tienen una gran incidencia sobre el medio ambiente ya que existen salidas de residuales y consumos altos de energía, agua y materias primas.

Estos procesos tienen lugar en la Empresa de Alcoholes Finos de Caña, el CAI “Antonio Sánchez” y en las áreas de cultivo, todas estas están ubicadas en Covadonga, una zona poblada por lo que cualquier emisión que exista de estas producciones por encima de los límites tolerados afecta la capa de ozono, los suelos, el agua, y también pueden existir afectaciones a la salud de dichos habitantes.

En cada fase del proceso de producción de etanol están identificadas las fuentes de contaminación ambiental, las cuales se describen a continuación.

En el cultivo de la caña de azúcar se le adicionan al suelo herbicidas y fertilizantes de origen químico para eliminar las malas hierbas y nutrir el suelo con los minerales necesarios para obtener un alto rendimiento del cultivo. En las labores se emplean equipos y maquinarias que consumen diesel, un combustible fósil que genera sustancias nocivas para el medio ambiente en todas sus etapas: extracción, producción y uso final.

En épocas de zafra existe contaminación del aire por bagacillo, lo que provoca la existencia dentro de los trabajadores de la zona de enfermedades como la bagazosis y enfermedades respiratorias. Además se generan 11 518 L/día de residuales líquidos (con un alto grado de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y materias en suspensión y algunas veces alta basicidad y acidez) los cuales son transportados a través de una zanja o canal hasta una laguna de oxidación donde debe permanecer como máximo hasta 5 días y luego es diluida para el fertirriego de la caña de azúcar en su etapa de cultivo.

3. Alternativas propuestas para la mejora del proceso.

Según los resultados obtenidos las mejoras deben estar encaminadas a la disminución de emisiones de SO₂ y CO₂, causadas principalmente por el uso de crudo cubano y por las emisiones de CO₂ en la etapa de fermentación.

Variante I

Se recomienda sustituir el uso de crudo por el vapor sobrante del CAI “Antonio Sánchez” de la combustión de bagazo, una fuente renovable de energía de origen orgánico. En la Figura No. 3.7 se demuestra que se reduce el impacto ambiental al usar vapor generado del bagazo, con el uso de vapor de crudo el impacto total de la producción de etanol es de 1,56 Pt con la medida recomendada disminuye a 0,89 Pt lo que significa una reducción en un 42,95 %.

El impacto de la respiración de inorgánicos (por emisiones de SO₂) disminuye de 0,62 Pt a 0,19 Pt, equivale a una reducción en un 65,35 %, el calentamiento global (por emisiones de CO₂) disminuye de 0,35 Pt a 0,23Pt, equivale a una reducción en 34,29 %. (Ver Anexo No. 27). Se concluye que con esta medida disminuye considerablemente el impacto ambiental al disminuir el uso de energía no-renovable de 0,55 Pt a 0,43 Pt, equivale a una reducción en 21,82 %. Interpretado esto en unidades de masa se dejan de emitir a la atmósfera 8448,3 t de CO₂ y 375,48 t de SO₂ al año.

A continuación se dan los elementos necesarios para demostrar la factibilidad técnica y económica de solución planteada.

Para esta propuesta se tiene en cuenta que en el central existe una capacidad de generación de vapor 154,13 t y de ellas el central consume 133,91 t, por lo tanto se puede contar con un excedente de 20,22 t de vapor por hora.

Por otra parte, en ALFICSA existe una caldera de 20 t de vapor para el proceso tecnológico y el vapor directo se conduce hasta el turbogenerador de 750 kW de cuya generación eléctrica solo se consumen 400 kWh. En este turbogenerador se necesita una presión de vapor de 142 lb/pul², o sea 10 kg/cm².

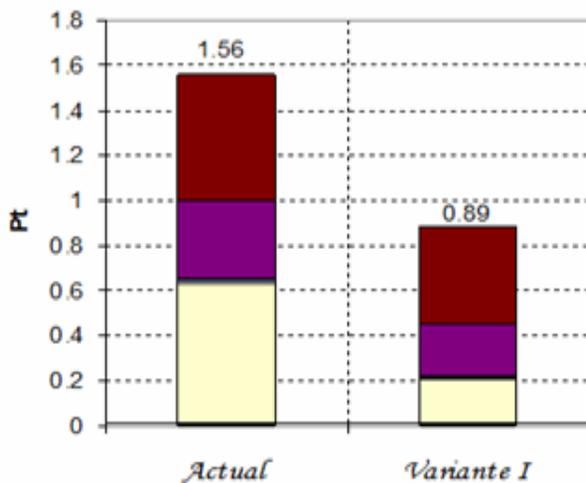


Figura No. 3.7 Comparación entre la producción de etanol con las condiciones actuales y con la variante I recomendada (uso de escala logarítmica). Fuente: Elaboración Propia.

Analizadas estas condiciones técnicas, se propone el montaje de una tubería conductora de 10 pulgadas de diámetro por 1500 metros de largo, para llevar el vapor directo producido en las calderas del central hasta el turbogenerador de ALFICSA, con el objetivo de prescindir del consumo de crudo y fuel oil, al menos durante el período de zafra.

Para esta propuesta también se tiene en cuenta la disponibilidad de combustible (bagazo), la que queda demostrada con las reiteradas interrupciones operativas, ocurridas en la últimas zafras, como consecuencia de estar llena la casa de bagazo.

Estas horas de parada traen consigo pérdidas económicas para la industria, a las que se le suman como gasto adicional todo el consumo de **combustible diesel para la extracción y transportación del bagazo fuera del central.**

Resultados obtenidos:

VAN (Valor Actual Neto) = 1606125.93 CUC
 PRI (Período de Recuperación de la Inversión) = 0.5 años

TIR (Tasa Interna de Retorno) = 26.2%

Variante II

Con la aplicación de la medida anterior se reduce considerablemente el impacto ambiental pero se siguen emitiendo 60t de CO₂ al día en los fermentadores del proceso de producción de etanol equivale a la emisión de 21 900 t de CO₂ en un año, lo que afecta la capa de ozono y provoca el calentamiento global que genera grandes cambios climáticos, viéndose afectada no sólo la población de la región de Cavadonga sino también la humanidad por ser este un efecto de acción global. Para mitigar dicho impacto se propone la instalación de dos plantas recuperadoras de CO₂ con una capacidad cada una de 14 27 m³/día que equivale a 27.95t/día. Con la instalación de estas plantas se reduce el efecto del calentamiento global de 0.23Pt a 0.15Pt, equivale a una reducción en 34.78% en el período de zafra en el que se está utilizando el vapor de la combustión

de bagazo; y disminuye de 0.35Pt a 0.27Pt, equivale a una reducción en 22.86% con el uso de vapor de la combustión de crudo cubano, todo esto para la producción de 1t de etanol

A continuación se dan los elementos necesarios para demostrar la factibilidad técnica y económica de la solución planteada.

En zonas aledañas a la Empresa ALFICSA existe una planta recuperadora de CO₂ perteneciente al CAI "Antonio Sánchez" pero ésta sólo tiene capacidad para 8t diarias, por lo que se le propone al CAI, según a emisión diariad los fermentadores (60t), la compra e instalación de dos Plantas de CO₂ con las siguientes características:

El producto final con una pureza de 99,95 % (v/v)

El consumo de energía eléctrica de 352 kw El consumo de agua de 149,1 m³/día Residuales líquidos 84,5 m³/día

Se deja de emanar a la atmósfera 14 127 m³/día de CO₂

El CO₂ será vendido por ALFICSA a un precio de 5,5 CUC/t que cumpla con la norma de proceso para esta tecnología. Este precio essimilara a media internacional, la cual está alrededor de 5,0 CUC/t.

Para la propuesta se estima una inversión 257 600 CUC por cada planta.

Para la venta del CO₂ se conoce que:

Los posibles compradores según el estudio de mercado se han considerado en tres grupos:

Gases industriales, el mayor comprador (80 % de la producción)

Empresas de bebidas del MINAL y el MINAZ (15 % de la producción).

Turismo y Empresas mixtas (5 % restante).

Los precio se proyectan variables en función de los compradores, asegurando un

% de recuperación de la MLC y un precio en MN total de 180 a 162.00 pesos /t de CO₂. La propuesta de 130,00 CUC/t ha sido

aceptada por la Empresa Gases Industriales, a estos, por ser los máximos compradores se les hace una rebaja del 10

%. Para los servicios a recibir se han utilizado los mismos precios actuales que el CAI está pagando para ellos.

La tasa de impuesto sobre las utilidades son del 35 %, la reserva para contingencias es del 5 % del Total de las utilidades brutas hasta acumular el 15 % de la inversión.

Se pudo comprobar que el proyecto tiene un Valor Actual Neto positivo (3 094,54

CUC), una Tasa Interna de Rendimiento mayor que la tasa de descuento (1.66 >

0.16) y un Período de Recuperación Descontado de 4 años, por lo que es factible la ejecución de la propuesta. En este caso se ha supuesto que el proyecto no pague impuestos, sus ingresos y costos son entradas de efectivo que no están afectadas por la inflación y el mismo se financia con medios propios.

La inversión para instalar la planta recuperadora de CO₂, presenta reconocidas ventajas entre las que se pueden mencionar:

Garantía de producción continua durante 300 días al año al estar vinculada

directamente a la Empresa Mixta ALFICSA.

Garantía de mercado para la producción de CO₂.

Los potenciales consumidores adquieren el producto en instalaciones ubicadas en otras provincias, por lo que constituye una ventaja para el consumidor adquirir el producto prácticamente dentro de la localidad.

Para ALFICSA no se requiere invertir grandes recursos para la recuperación del CO₂ puesto que los fermentadores son cerrados y además tendrá ingresos superiores a los 90 000 CUC anuales, disminuirá la contaminación ambiental y los costos que esto trae.

La diferencia existente con la red de la producción actual pues con estas variantes el impacto depende principalmente del cultivo de la caña, sobre el que se deben realizar futuras investigaciones seguir disminuyendo el impacto ambiental del ciclo de vida del etanol de caña y así lograr la eco-eficiencia y sostenibilidad de dicha producción.

ALFICSA con el uso del software SimaPro 7.1 mostr que las categorías de impacto más afectadas son: la respiración de sustancias inorgánicas, el calentamiento global y el uso de

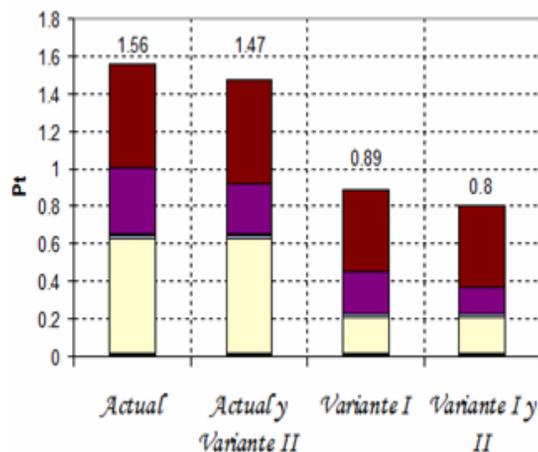


Figura No. 3.11 – Comparación de las variantes propuestas con respecto a la producción actual de 1t de etanol.

Conclusiones

. Un análisis del ciclo de vida de la producción de alcohol en ALFICSA con el uso del software SimaPro 7.1 mostró que las categorías de impacto más afectadas son: la respiración de sustancias inorgánicas, el calentamiento global y el uso de energías no-renovables, lo que implica que las categorías de daño más afectadas sean la salud humana y el cambio climático, de las tres fases la más contaminante es la producción de etanol debido al uso del petróleo crudo cubano como portador energético en el generador de vapor y la emisión de gases de efecto invernadero en la combustión y fermentación.

2. Como primera variante de mejora ambiental se propone la sustitución del petróleo crudo cubano por vapor proveniente del CAI “Antonio Sánchez” producido con bagazo lo cual disminuiría notablemente el impacto ambiental en un 42.95%. Se demuestra la factibilidad técnica y económica de esta propuesta, dejándose de emitir al año 8448.3t de CO₂ y 375.48t de SO₂.

3. Como una segunda variante se centra en la posibilidad de anexar al complejo dos plantas de recuperación de CO₂ lo cual disminuiría el impacto ambiental en un 48.72%, se dejan de emitir a la atmósfera más de 20 000t al año; se dan los elementos suficientes para justificar técnica y económicamente la solución.

Cardim de Carvalho Filho, A. (2001). “Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento”. Unpublished Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Bibliografía

- González Morales, V. (2008). “*Tecnología tradicional de producción de alcohol etílico*”. Cuba: UCLV “Marta Abreu”.
- Iglesias, D. H. (2005). “*Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario*” [Electronic Version], 63. Retrieved Enero, 2009 from <http://www.eumed.net/ce/2005/dhi-acv.pdf>.
- INICA. (2009). “*Recomendaciones de Fertilizantes*”. Cienfuegos, Cuba: Unidad autofinanciada servicios científico técnicos especializados. SERFE. MINAZ.
- Nova Glez., A. (2006). “*La agricultura en Cuba: evolución y trayectoria (1959-2005)*”. La Habana, Cuba: Editorial de Ciencias Sociales. ISBN 959-06-0702-0. pp. 286-301.
- Panichelli, L. (2006). “*Análisis de ciclo de vida de la producción de biodiesel en Argentina*”. Escuela para Graduados “Albert Soriano”, Buenos Aires, Argentina.
- Ramos León, S. (2008). “*Evaluación de indicadores medioambientales en la Empresa ALFICSA, de Aguada de Pasajeros*”. UCF Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Romero Rodríguez, B. I. (2004). “*El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental*” [Electronic Version], p. 7. Retrieved Diciembre, 2008 from www.iiie.org.mx/boletin032003/tend.pdf
- Suárez Olivera, P. V. (2008). “*Análisis de Ciclo de Vida para la evaluación ambiental de la UEB-Sergio González*”. UCF Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Suppen, N. (2007). *Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño*. México: Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable. from disponible en: www.lcamexico.com.
- veiga. (2008). “*El estado mundial de la agricultura y la alimentación*”. ISBN 978-92-5-305980-5. ISSN 0251-1371. p. 15.
- Villarreal Castro, J. M. y O. B., Lino (2008). “Combustibles alternativos en el transporte de Cuba”. *Revista Eco Solar*, Vol. 9.
- Zaratigui, J. R. (1999). “La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa”. *Revista Economía Industrial*, Vol. VI, España. p. 82.