

ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO Y ACETONA-BUTANOL-ETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA

Oliva-Cordón, Vivian Gloria Izabel (1), Méndez-Alva, José Andrés (2), Ponce-Rocha, Jaime David (2), Morales-Rodríguez, Ricardo (2*)

1 [Ingeniería en Gestión Ambiental Local, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala] | [izaoc5@gmail.com. vivivainilla@hotmail.com]

2 [Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas. Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [ricardo.morales@ugto.mx]

Resumen

La generación de residuos y desechos sólidos, es una de las principales causas del daño ocasionado al ambiente y provoca, además, problemas de salud y el deterioro de los recursos naturales en Guatemala. Es por ello que se realizó un análisis de factibilidad para establecer una planta de producción de ácido láctico y butanol a partir de residuos de la industria azucarera. Con los datos obtenidos en la revisión bibliográfica se procedió a extraer la información e introducirla en un proceso de producción; con esto se comprobó que es posible y factible la producción de ácido láctico y butanol en Guatemala. De esta manera se aprovecharán los residuos generados, aumentarán los empleos y la economía en Guatemala, de tal manera que se reduzca la importación de dichas sustancias y aumente la exportación a otros países.

Abstract

The solid waste generation is one of the main sources that damage the environment, causes health problems and the deterioration of natural resources in Guatemala. This is why a feasibility analysis was carried out to establish a production plant for lactic acid and butanol from sugarcane residues originated in the sugar industry. With the data obtained in the bibliographic review, the information was extracted and introduced into a production process; the results allowed to verify that it is possible and feasible to produce lactic acid and butanol in Guatemala. In this way, the waste generated will be used, jobs and the economy will increase in Guatemala in such a way as to reduce the import of these substances and increase the export to other countries.

Palabras clave

Ácido láctico, bagazo; barbojo; butanol; residuos.

INTRODUCCIÓN

Industria Azucarera en Guatemala

Guatemala posee una industria azucarera dinámica con experiencia en la producción de azúcar cruda y refinada. Así mismo, en años recientes han invertido, por la creciente demanda de etanol combustible, destilerías anexas que convierten los azúcares no recuperados en las melazas a etanol. [1]

Lo anterior indica que la caña de azúcar y sus subproductos pueden considerarse como recursos renovables empleados en la producción de alimentos (azúcar), combustibles (etanol y butanol), energía eléctrica, y eventualmente, como se propone en este estudio el ácido láctico y butanol pueden ser utilizados como biocombustibles.[1]

Residuos en Guatemala

La generación de residuos y desechos sólidos, es una de las principales causas del daño ocasionado al ambiente y provoca, además, problemas de salud y el deterioro de los recursos naturales en Guatemala. [1]

Los residuos de la industria azucarera en Guatemala son bagazos, cachazas, efluentes fluidos (líquidos, gases y aceites), grasas y barbojos (vainas, hojas y trozos de caña). En el tiempo de zafra todos estos residuos son contaminantes que dañan al Medio Ambiente si no se les da un buen manejo hasta llegar a la disposición final de dichos residuos. Actualmente el bagazo se utiliza como combustible y la cachaza es utilizada como fertilizante en los cañaverales. [2]

Pero además de estos usos con los residuos generados se puede realizar la obtención de ácido láctico y butanol; otros productos derivados de los residuos cañeros. [2]

Ácido Láctico

El ácido láctico fue aislado e identificado por Scheele en 1,780 reconociéndose como un producto de fermentación por Blondeaur en 1847. Las bacterias del ácido láctico intervienen en la preparación de muchos alimentos; también son esenciales para la producción de yogurt y forrajes ensilados además de ser el precursor para la obtención de ácido poliláctico el cual tiene características semejantes al polietileno tereftalato y es biodegradable generando un menor impacto al ambiente. [4]

Principales Productores de Ácido Láctico

La empresa Galactic produce ácido láctico, poliláctico, lactato de calcio, y etil lactato. En Bélgica, China y EEUU a partir de azúcar. La capacidad sobrepasa las 1000,000 toneladas anuales. La Empresa Henan Jindan Lactic Acid Technology Co., Ltd. es el mayor productor en China con una capacidad de 80,000 toneladas anuales. [4]

Usos del Ácido Láctico

Los usos del ácido láctico son numerosos, tanto en la alimentación como en las fermentaciones, fabricación de productos farmacéuticos y dentro de la industria química se emplea en el teñido de seda y otros textiles, como mordiente en el estampado de la lana, en la preparación de cueros, en el decalado de pieles, en el curtido vegetal y como fundente en las pastas de soldar. La calidad transparente se emplea en la industria de plásticos. [4]

Consumo de Ácido Láctico en Guatemala

El consumo de ácido láctico que actualmente hay en Guatemala, es notable siendo el costo de éste elevado, debido que es importado de otros países; con la implementación de esta Planta el precio del ácido láctico podría bajar notablemente, debido a la reducción del pago de aranceles de importación. [4]

Butanol

El creciente uso de los biocombustibles está llevando a las grandes empresas a utilizar todas las posibilidades a su alcance. Una de ellas es el butanol, un alcohol producido a partir de la caña de azúcar. [5]

Dentro de las ventajas que tiene el butanol sobre el etanol se encuentran: Alcanza el 95% de energía que el mismo volumen de gasolina, mientras que el etanol no pasa del 75%. Se puede mezclar con la gasolina convencional, sin tener que hacer adaptaciones en los vehículos, en una proporción mayor que el etanol. Tolerancia mejor a la contaminación por agua y es menos corrosivo que el etanol, por lo que se puede mezclar directamente con la gasolina. [5]

Por lo tanto el objetivo de esta investigación es analizar la factibilidad del uso de los residuos de la industria azucarera en Guatemala; de manera que se dé una utilización a los residuos generados y que puedan obtenerse productos útiles como lo es el ácido láctico y el butanol; tanto para uso en el país como para poder exportarlo a otros países

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de este proyecto incluyó la colección de datos y la revisión bibliográfica basada principalmente en la información obtenida de Cengicaña, Guatemala. Con esta información se extrajeron datos sobre la producción de caña, bagazo de caña generada en los distintos ingenios ubicados en el departamento de Escuintla. Se procedió a extraer los datos de los ingenios que contenían información hasta el año 2016; por lo que se utilizaron datos de 8 ingenios. Se determinó que los datos a utilizar eran la producción de caña molida y el bagazo producido, con esos datos se determinó la cantidad producida por los ingenios.

Se realizó un porcentaje de la cantidad de bagazo producido durante el año 2016; con estos datos se observó cuáles ingenios producían más bagazo y se evaluó la distancia hacia los puertos más cercanos para que los productos generados en este caso (ácido láctico y butanol) puedan ser exportados de manera que sea transportado de una manera más fácil. Debido a que la mayoría de

los ingenios se localizan en el departamento de Escuintla se analizó el lugar donde se ubicaría la planta de producción tomando en cuenta el acceso y transporte del bagazo de caña de los ingenios que se encuentran en la región y el transporte de los productos ya obtenidos

Los datos de bagazo de caña disponible fueron utilizados para realizar la simulación del proceso y su análisis económico tomando factores como: el precio de venta al mercado del butanol y ácido láctico, tiempo de recuperación de la inversión de la planta de producción para dicha obtención y la cantidad de bagazo tratada. La simulación y análisis económico se realizó utilizando el simulador Aspen Plus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características y Ubicación de la Planta de Producción

En Guatemala operan actualmente 11 Ingenios de los 14 que existían, ubicados en 4 departamentos de la costa del Pacífico; Ingenio Tzulá (Retalhuleu), Ingenio Palo Gordo (Suchitepéquez), Ingenios Tierra Buena, La Unión, Pantaleón, Madre Tierra, El Baúl, Los Tarros, San Diego, Concepción, Santa Ana, Trinidad, Magdalena (Escuintla) y Santa Teresa (Guatemala). [6]

Ocho de estos ingenios son los que tenían datos hasta el año 2016 según Cengicaña; se elaboraron los cálculos correspondientes a la producción de caña y el bagazo producido, con base en esa información se definió la localización de la planta de producción en el municipio de la Gomera, Escuintla. Este es uno de los 13 municipios del departamento de Escuintla. Se encuentra a una distancia de 59 km de la cabecera departamental. [7]

Con la generación de residuos en los ingenios es necesario implementar la producción nuevos productos y aumentar el crecimiento de ingresos al país mediante la venta de ácido láctico y butanol que pueden generarse a través del bagazo de caña. [8]

En Guatemala no existe una planta productora de ácido láctico, por lo que es necesario implementar

esta nueva tecnología, para generar nuevos productos que beneficien a las personas que generan residuos, que se generen más empleos y que se puedan mejorar las condiciones del medio ambiente. [8]

Para la implementación de la planta de producción; esta debe de cumplir con el estudio de impacto ambiental (EIA) previo a su construcción aprobada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARN). Debido al tipo de Proyecto este se clasifica de categoría A (de alto a moderado impacto ambiental potencial) según el acuerdo ministerial No. 199-2016; el tipo de proyecto se localiza con el nombre de diseño construcción y operación de empresas relacionadas con actividades de fabricación de mezclas de combustibles (mezcla de alcoholes con petróleo para la fabricación de gasohol). [9]

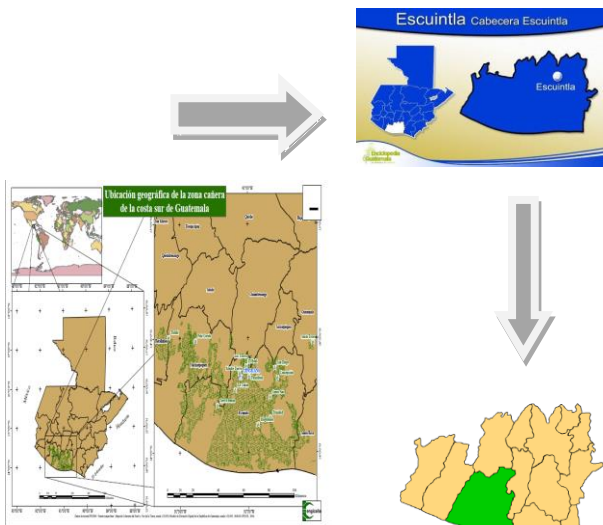


IMAGEN 1 Ubicación de la Planta de Producción

Impactos de la Caña de Azúcar en Guatemala

Uno de los problemas más graves que presenta el monocultivo de caña es el de la destrucción total de los ecosistemas donde se instala, que en Guatemala ha significado la desaparición de amplias áreas de bosques. [8]

Mediante la elaboración del EIA respecto a la planta se identificará flora, fauna y plantaciones nativas del municipio de la Gomera; se evaluará

mediante encuestas a los pobladores acerca de lo que piensan en cuanto a la implementación de la planta ya que es importante la opinión de ellos de manera que no se generen conflictos y se plantearan medidas de mitigación en temas que puedan salirse del estudio respecto a varios factores (naturales u ocasionados por el hombre). [9]

Determinación de la factibilidad económica de la producción de ácido láctico y butanol

El estudio de la factibilidad económica para la producción de ácido láctico y butanol se elaboró un porcentaje de los residuos generados; en este caso el bagazo de caña como puede observarse en la Tabla 1; se tomó en cuenta los ingenios que tenían información hasta el año 2016.

Tabla 1: Datos de residuos generados por los ingenios en el año 2016

INGENIOS	Cantidad de residuos generados (bagazo)	
	Porcentaje (%)	
Concepción	7.06	
Pantaleón	19.90	
Palo Gordo	7.19	
Madre Tierra	9.52	
Tutulá	3.19	
La Unión	12.65	
Santa Ana	14.46	
Magdalena	26.03	
TOTAL	100.00	

La factibilidad técnica de la planta se determinó utilizando un simulador de procesos. El programa determinó la cantidad de butanol y ácido láctico que se puede obtener procesando 14,271.73 kg/h de bagazo de caña. El simulador determinó la cantidad de butanol producido por el bagazo de caña producido en los ingenios ubicados en Guatemala, el precio de venta al comercio guatemalteco (empresas) y venta a empresas proveedoras del extranjero para su exportación.

La Tabla 2 resume la información del análisis económico para la producción de ácido láctico y butanol. Comparando los resultados se observa

que la producción de ácido láctico mayor que la producción de butanol a partir de la misma cantidad de bagazo de caña. La cantidad de bagazo que se procesará para la obtención del butanol y del ácido láctico es de 14,271.73 kg/h; lo que hace que se dé una buena utilización a este residuo generado en la Industria Azucarera. Con ello se dará un mejor uso a los residuos y habrá un incremento económico al país, ya que puede utilizarse el butanol para gasolina a un costo mayor al de las gasolinas utilizadas en Guatemala debido a su obtención y a su mayor rendimiento; pero también esto disminuirá el impacto ambiental que otras sustancias ocasionan como el etanol que es el más utilizado en la industria de la producción de gasolinas.

Tabla 2: Ácido láctico y butanol producidos

	Butanol	Ácido láctico
Precio de venta	1.6 US/kg	1.8 US/kg
Producción	2,717.08 kg/hr	8,937.84 kg/hr

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos; se observa que la potencial producción de ácido láctico y butanol en Guatemala es posible ya que se generan 125,020.34 toneladas de bagazo de caña en un año.

Con la implementación de la planta para la producción se dará un mejor uso a los residuos generados en los Ingenios.

Se aumentará los ingresos al país ya que la producción de ácido láctico y butanol puede ser exportada a otros países y utilizados en el mismo de manera más económica y no habrá necesidad de importar dichos productos.

AGRADECIMIENTOS

Universidad de Guanajuato: Por el apoyo económico y facilitar el desarrollo de este en el marco del Verano de Investigación Científica.

A Cengicaña por proveer información valiosa para el desarrollo del proyecto.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por su apoyo financiero.

REFERENCIAS

- [1] Rolz, C. (2011). Consejo Nacional de Tecnología CONCYT. Obtención de Ácido Láctico a partir de la Caña de Azúcar. Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202008.03.pdf>
- [2] Berrocal, M. (1988). "Efectos de los residuos de la industria azucarera, alcoholes, bagazo, cachaza, vinaza, en la producción de caña de azúcar en un vertido de Guanacaste. Agronomía Costarricense (C.R.) pp: 147-153
- [3] Alzazán del Olmo, O.; Blanco Carracedo, G. (1987). Los derivados de la caña de azúcar: actualidad y perspectiva en Cuba. En Segundo Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. Tomo I. Cali, Col. pp81-97
- [4] Pares, R. (1997). "Bioquímica de los microorganismos ". Reverté. Barcelona. pp 47.
- [5] Fernández, A. (2007). Butanol (el combustible del futuro). Recuperado de http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2007/09/16/166957.php
- [6] Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (2016). Análisis de Zafra. Recuperado de <https://cengicana.org/publicaciones>
- [7] Departamento de Escuintla. (2017) Recuperado de [https://www.ecured.cu/Departamento_de_Escuintla_\(Guatemala\)](https://www.ecured.cu/Departamento_de_Escuintla_(Guatemala))
- [8] Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades. (2016). Recuperado de: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/4740.pdf>
- [9] Mouvement Mondial Pour Les Forêts Tropicales WRM. Guatemala: Los amargos impactos de la caña de azúcar. (2009). Recuperado de <http://wrm.org.uy/fr/les-articles-du-bulletin-wrm/section1/guatemala-los-amargos-impactos-de-la-cana-de-azucar/>