



Retos y oportunidades para la producción de etanol carburante

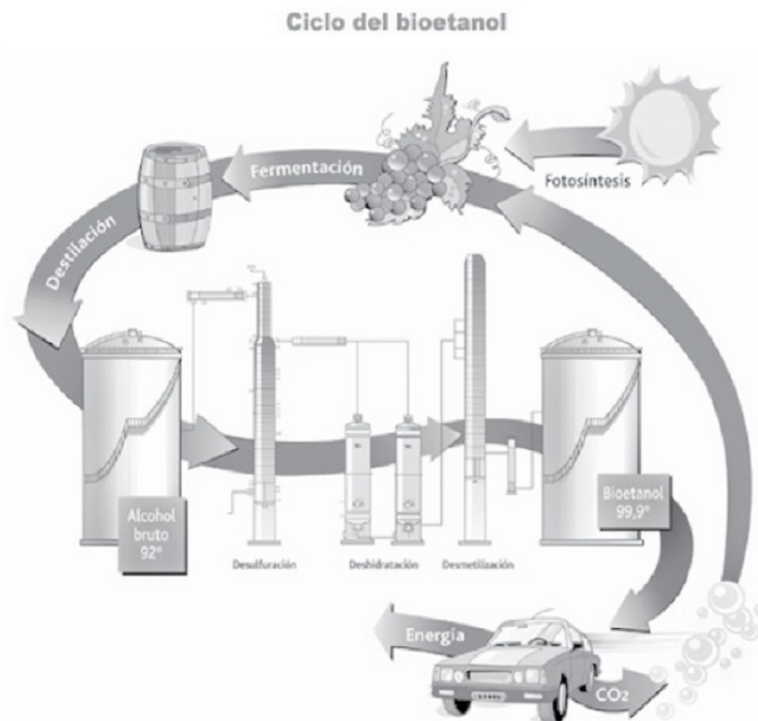


Figura 1. Ciclo de vida del bioetanol.

Luis Arturo Bello Pérez (Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos) y Leonardo Alexis Alonso Gómez (Estudiante de Doctorado)
 CeProBi - Instituto Politécnico Nacional

Etanol como carburante

El mundo afronta el hecho de que la población aumenta vertiginosamente y en la misma medida crece el nivel de industrialización, y el consumo de recursos no renovables como el petróleo y sus derivados. El uso excesivo de los derivados del petróleo genera un impacto ambiental negativo que puede repercutir en los recursos naturales debido a la contaminación que generan; por ejemplo, los plásticos derivados del petróleo que son desechados hacia el medio ambiente. Para desligar la dependencia de la economía y la contaminación ambiental hacia el uso de combustibles fósiles, ha aumentado el interés en el aprovechamiento de los recursos renovables para la obtención de energía. En diversos países se usa el etanol producido a partir de la caña de azúcar y el maíz, para mezclarlo con la gasolina, y usarlo como combustible para los vehículos de transporte. Esto ha dinamizado las actividades agrícolas con la generación de

empleos rurales, disminución de contaminantes, así como disminuir la incertidumbre económica por los precios internacionales del petróleo.

A escala comercial, Brasil y Estados Unidos de Norteamérica (EUA) han implementado de manera masiva y exitosa el etanol de primera generación (1G), como combustible alternativo, y han mostrado que puede ser competitivo con la gasolina en precio y generación de energía. En EUA, el 96 % del mercado de gasolina es E10 (10 % v/v de etanol con 90 % v/v de gasolina). El etanol producido con almidón de maíz comprende cerca de tres cuartas partes de la producción de biocombustibles de EUA, pero es controversial el hecho de ser generado con una materia prima que se utiliza para alimentación humana y de ganado. Brasil, obtiene la mayor parte del etanol a partir de caña de azúcar; el 80% de los vehículos livianos de Brasil son VFF (Vehículos Flex Fuel), es decir que admiten hasta un 100% de etanol como combustible, y la producción de etanol satisface toda la demanda nacional, por lo que se ha reducido la importación de petróleo hasta 550 millones de barriles anualmente[1]. Las políticas regionales y tratados internacionales encaminados a mitigar los efectos del cam-

bio climático, reflejan el esfuerzo de los gobiernos para impulsar la producción y uso de etanol como combustible para el transporte. Por lo tanto, hay un aumento en la producción de este biocombustible, debido en parte a sus balances energéticos positivos y la neutralidad en cuanto a la generación de dióxido de carbono (CO₂), ventajas demostradas en las tecnologías de primera generación (Figura 1). Entre 2007 y 2015 la producción de etanol casi se duplicó en el mundo (Tabla I), y la tendencia va en aumento a la fecha.

carburante pueden variar dependiendo de la estructura vegetal y la forma en que las fuentes almacenan la energía; por ejemplo, los tallos de la caña de azúcar almacenan en forma de sacarosa, las semillas de maíz en forma de almidón y la paja del trigo en forma de carbohidratos complejos como la celulosa y la hemicelulosa. De tal forma, que las características de las materias primas determinan los pretratamientos y tratamientos necesarios para la obtención de los azúcares fermentables y su conversión a etanol por microorganismos, lo cual impacta en el costo global del proceso.

Actualmente, se investiga en todo el mundo la producción de etanol a partir de materias primas lignocelulósicas (2ª generación, 2G), organismos con rápida generación de biomasa (3ª generación, 3G) o con microorganismos genéticamente modificados (4ª generación, 4G). La búsqueda se enfoca en mejorar los rendimientos de producción de tal forma que puedan competir con el precio de los combustibles fósiles derivados del petróleo. En la producción de los biocombustibles, la mayor parte de los costos están asociados a las materias primas. Por lo tanto, las propuestas para el sector industrial a través de los sistemas de innovación tecnológica en biocombustibles, están enfocados en reducir los costos de producción, así como la búsqueda de nuevas materias primas que cumplan con los requerimientos económicos y ambientales, y que no afecten la seguridad alimentaria humana.

Una alternativa viable para la producción de etanol carburante es la integración de los diferentes procesos involucrados, lo que implica, entre otras cosas, un uso eficiente las materias primas así como de los coproductos y subproductos que se generan

partir del jugo de la caña de azúcar y de su bagazo en una misma planta de producción, podría hacer la producción de etanol mas competitiva en comparación con los combustibles fósiles. De la caña de azúcar, una materia prima de alta productividad agrícola, se obtienen productos y coproductos (azúcar, melazas, etanol, bagazo) que la hacen competitiva a nivel industrial, pero otras materias primas con alto contenido de almidón, donde se pueden generar diversos productos deben ser analizadas como procesos integrados.

El concepto de las biorefinerías es otra forma de poder hacer la producción de etanol mas competitiva en precios y sustentable. En una biorefinería se deben producir diferentes tipos de biocombustibles como biodiesel, biogás, bioetanol a partir del procesamiento de material biológico que no es o es poco utilizado con propositos alimentarios. En una biorefinería se trabajan diferentes disciplinas, como ingenieros químicos, bioquímicos, ambientales, mecánicos, eléctricos, industriales, biólogos, químicos analíticos, etc., lo que hace difícil su implementación industrial.

Etanol en México

Desde el año 2006 se está planeando realizar la mezcla de etanol con gasolina para reemplazar el Metil Terbutil Éter (MTE), el cual es un aditivo que se utiliza en la gasolina sin plomo para mejorar su poder de combustión, pero produce problemas de contaminación ambiental por su eliminación hacia la atmosfera durante la combustión de la gasolina. El respirar las emisiones de los automóviles que contienen MTE es asociado con problemas de irritación de los ojos y garganta, dolores de cabeza, vómitos, mareo. La adición de etanol a la gasolina elimina el uso del MTE y por lo tanto los problemas de

Tabla I. Producción anual de bioetanol en diversos países

(millones de metros cúbicos) (m³ x 10⁶).

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
USA	24.7	35.2	41.4	50.3	52.7	50.3	50.3	54.1	56.0
Brasil	18.9	24.5	24.9	26.2	21.1	21.1	23.7	23.4	26.8
Europa	2.1	2.7	3.9	4.5	4.4	4.4	5.2	5.5	5.2
China	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.6	2.4	3.1
Canadá	0.8	0.8	1.1	1.3	1.7	1.7	1.9	1.9	1.6
Resto del mundo	1.2	1.5	3.5	3.7	2.6	2.8	2.7	5.6	4.3
MUNDO	49.6	66.7	76.8	88.2	84.8	82.5	86.6	93.0	97.0

Fuente: Renewable Fuels Association (2016)

Materias primas

Las materias primas utilizadas para la producción de etanol

con el fin de disminuir los costos de producción. En este sentido, la producción de etanol 1G y 2G a

contaminación y a la salud asociados con este aditivo. Por eso, algunas leyes incentivan el uso

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial@acmor.org.mx



nte en México

del etanol en la mezcla con gasolina (Ley para la promoción y el desarrollo de los Bioenergéticos, 2008); sin embargo, y de manera contradictoria, la Norma de calidad de combustibles limitan el remplazo del MTE por etanol a zonas no metropolitanas a pesar de los graves problemas de contaminación de las grandes urbes como la Ciudad de México. El 26 de junio del 2017, la comisión reguladora de energía modificó la norma oficial mexicana de 016 CRE 2016 considerando que "el Instituto Mexicano del Petróleo, sustentándose en los trabajos hasta ahora realizados en México y en la experiencia internacional, manifestó a la Secretaría de Energía, que considera técnicamente viable la introducción de gasolinas hasta con 10 % de etanol (mezcla E10) en las regiones consideradas "resto del país" y no en las zonas metropolitanas críticas"[2].

Ante el inminente hecho de que México dejará de estar rezagado en el uso de biocombustibles y se dará inicio a la distribución de E10, se están generando preguntas como: ¿Qué materia(s) prima(s) deberá(n) ser utilizadas para la producción de etanol? En México, solamente existen tres plantas productoras de etanol carburante, dos ubicadas en el estado de Veracruz y una en el estado de Oaxaca [3], por lo que no hay infraestructura suficientemente desarrollada para la producción y distribución de etanol carburante. En este sentido, se tendría que generar la tecnología o adquirirse de otros países, ya que la importación de etanol no ayudaría a tener precios competitivos en el mercado de la mezcla etanol-gasolina contra la gasolina convencional. También, la adquisición de tecnologías, que están siendo utilizadas en otros países para la producción de etanol a partir de caña de azúcar o del almidón de maíz, no podría dar los mejores resultados porque tendrían que adaptarse a las materias primas con potencial de uso en México, como el sorgo, cebada, amaranto, yuca, malanga, así como frutos en estado "verde" o inmaduro como el plátano y el mango (Figura 2). En el caso de la caña de azúcar se podría sugerir su uso, ya que el desplome de los precios del azúcar (debido al uso de jarabes de fructosa), ha traído el cierre de ingenios azucareros, que podrían reactivarse para producir el azúcar no refinado y las melazas para obtención de etanol, usando procesos existentes con poco o nada de adaptaciones para ser operados en México. El uso de cultivos alternativos de bajo costo, como los arriba mencionados, para la producción de etanol, podrían

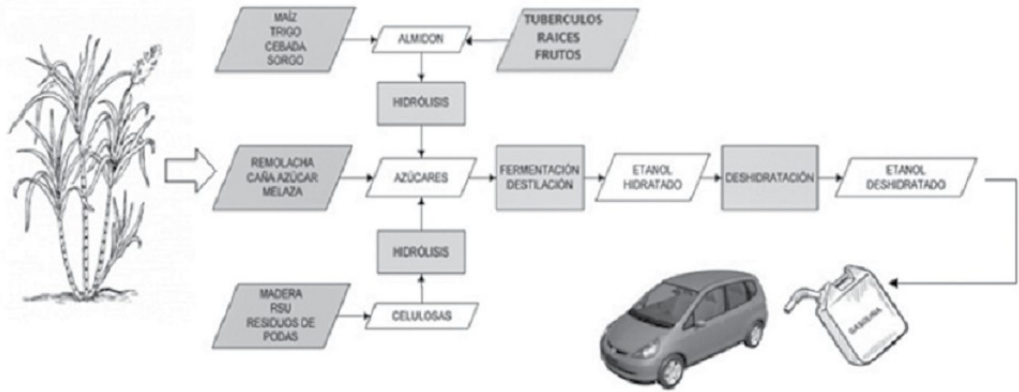


Figura 2. Alternativa para la producción de etanol carburante en México.

ser una alternativa viable tanto técnica como económicamente. Esta propuesta podría impulsar el campo mexicano si esos cultivos tuvieran el mercado como materia prima para la producción de etanol. Desde este esquema planteado, se tendría incremento en los ingresos de los agricultores y la generación de empleos directos e indirectos. Esto llevaría a la activación de la economía de las localidades y por consiguiente el bienestar de las familias.

Bibliografía:

- [1] P. Bergero, "¿Por qué es importante el etanol para Brasil?", *bolsa de Comercio de Rosario Edición 1819*, 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/informativosemanal_noticias.aspx?pldNoticia=721. [Consultado: 25-sep-2017].
- [2] Comisión Reguladora de Energía, *ACUERDO de la Comisión Reguladora de Energía que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos, con fundamento en el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización*. DOF - Diario Oficial de la Federación, 2017.
- [3] S. Wittig, "Alto desempeño sustentable, la oportunidad del etanol", *Energía a debate*, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.energiadebate.com/alto-desempeno-sustentable-la-oportunidad-del-etanol/>. [Consultado: 25-sep-2017].
- [4] *Biorrefinería y su investigación - Agencia Informativa Conacyt*. www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/.../9820-biorrefineria-y-su-investigacion

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx

3ª Jornada de INNOVACIÓN y EMPRENDIMIENTO en el Campus Morelos de la UNAM
Miercoles 8 de Noviembre, 2017
Auditorio "Francisco Bolivar Zapata" del Instituto de Biotecnología de la UNAM Campus Morelos

8:30- 9:00 Registro	10:40 - 11:10 Mtro. Victor Hugo Motezuma Director, iLab "Financiamiento para creación de empresas en México: Las opciones que tienen como emprendedores en innovación para el fortalecimiento o inyección de capital para sus startups" 11:10 - 11:25 Sesión de preguntas	12:50 - 13:20 Dr. Gabriel Guillén Director de Innovación y Desarrollo, GENO+ "De QUAE a GENO+ con capital privado: un emprendimiento desde la academia" 13:20 - 13:35 Sesión de preguntas
9:00 - 9:05 Bienvenida, Dr. Mario Soberón Coordinador del Club de Innovadores Universitarios	9:20 - 9:50 Ron Oliver, Managing Director, IntVeB - International Ventures and Brokerage "Israel-Start up Nation: La historia del milagro económico de Israel" 9:50 - 10:05 Sesión de preguntas	13:35 - 13:50 Dr. Enrique Galindo, Secretario de Vinculación, IBI, Miembro del Consejo Consultivo de Ciencias "La iniciativa del CCC sobre Empresas de Base Tecnológica" 13:50 - 14:00 Sesión de preguntas
10:05-10:40 Receso-Café	11:25 - 12:05 Dr. Francisco Barrera, Director de Innovación y Emprendimiento, UANL "Programa de fomento al emprendimiento de investigadores universitarios" 12:05 - 12:20 Sesión de preguntas	14:00 Cierre
12:20 - 12:50 Receso-Café	ENTRADA LIBRE CUPO LIMITADO	

MAYORES INFORMES:
 IIVT | Unidad de Vinculación y Promoción de Tecnología - UNAM Campus Morelos
www.unamcampusmorelos.mx