

REGULACION DEL ETANOL

Por: Pamela Guadalupe Cerna Castillo

INTRODUCCION

En la actualidad hablar de energía y no hablar de biocombustibles es casi imperdonable. El tema del calentamiento global es de igual forma uno de los más mencionados, no solo en el argot político, sino entre la comunidad científica.

Los aumentos en la temperatura del planeta han sido el principal motor de una serie de teorías alrededor de los gases invernadero y sus efectos demoledores para el planeta. Para solucionar, o por lo menos parchar temporalmente este grave problema, una de las herramientas más aceptadas social y científicamente es la sustitución de los combustibles fósiles por energía alternativas y concretamente, hoy en día la más viable, la producción de bioetanol.

El mercado de biocombustibles crece con pasos agigantados, mientras los avances tecnológicos procuran mantener ese ritmo de crecimiento. Es por ello que a lo largo de este proyecto se estudia la producción de etanol en todas sus etapas; desde la fermentación del almidón de trigo, hasta la purificación de etanol, buscando idealmente una solución anhidra. Si está bien esta última condición no se cumplió, se llevaron a cabo todas las etapas. El proceso se describe a detalle a lo largo del trabajo.

ANTECEDENTES

El etanol es un compuesto químico obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que puede utilizarse como combustible, solo, o bien mezclado en cantidades variadas con gasolina, y su uso se ha extendido principalmente para reemplazar el consumo de derivados del petróleo.

El combustible resultante de la mezcla de etanol y gasolina se conoce como gasohol oalconafta. Dos mezclas comunes son E10 y E85, con contenidos de etanol del 10% y 85%, respectivamente.

En la era posterior a la segunda guerra mundial, los productos derivados del petróleo tenían bajos costos y no se prestó atención a los estudios sobre la producción microbiana de materiales orgánicos a partir de productos vegetales. El cambio y la preocupación viene a partir de 1970 debido a la escases de petróleo y el gas natural.

Para que un proceso tenga éxito, debe ser rentable y esto es lo que determinara si viabilidad. Para esto, se deben conseguir una serie de requisitos:

- Bajo costo del transporte de las materias primas
- Bajo costo de la conversión de polímeros a mono y disacáridos utilizables
- Uso de cultivos mixtos para catabolizar diferentes sustratos y convertirlos en metabolitos deseados.
- Uso de cepas termófilas para ahorrar costes en enfriamiento, conseguir velocidades de conversión más altas y reducir la contaminación.
- Utilización de procesos anaerobios debido a la elevada demanda de energía de la aireación.
- El proceso debe ser adaptable al cultivo continuo.
- Bajo coste de la recuperación y concentración.

La producción del etanol siempre ha tenido como objetivo el consumo humano y la obtención de bebidas alcohólicas concentradas mediante destilación. Su uso como materia prima se inicia a principios de la microbiología industrial, pero su obtención se lleva a cabo mediante la hidratación catalítica del etileno. No es hasta hace pocos años cuando la atención ha vuelto de nuevo a la producción por fermentación del etanol para fines químicos y como combustible.

Entre los países en los que se están llevando a cabo estudios intensivos sobre la producción de etanol a partir de carbohidratos como la sacarosa y el almidón, se debe destacar Brasil dado que tiene el clima y terreno adecuados para la producción a gran escala de azúcar de caña, sin embargo, la eficacia de rendimiento de energía (relación de demanda de energía y energía producida) varía según el material de partida. Esta relación es la siguiente:

Remolacha 86%, Patatas 59%, Maíz 25%, Tapioca 50% y Azúcar de caña 66%.

Históricamente hablando, la producción de azúcar de caña se ha autoabastecido en su consumo energético a través del uso del gajardo como combustible, para ello, en su desarrollo, esta industria ha encontrado numerosas soluciones técnicas que han permitido que varias de sus instalaciones brinden un sensible aporte energético en los territorios en los cuales están ubicadas. Por otro lado, el desarrollo de los procesos fermentativos y de transferencia de masa ha permitido emplear los sustratos azucarados como fuente de obtención de productos químicos y portadores energéticos como es la experiencia del Brasil con la producción de bioalcohol combustible y como insumo de una importante industria alquímica. Es aquí donde se incluye la producción del etanol.

Estos bioalcoholes tienen un aprovechamiento como materia prima y combustible. Se ha comenzado ya a explorar nuevos procesos catalíticos que empleen etanol como materia prima. Entre estos, se destaca la obtención de 1,1 dietoxi etanol (acetal) a partir de etanol y acetaldehído, empleando silicoaluminatos acidificados como agente catalítico.

El acetal en principio se usaba como disolvente, narcótico. Sin embargo, en los últimos años ha surgido una nueva e interesante aplicación del acetal como aditivo oxigenado de combustibles líquidos, en particular de gas-oil. Ello ha modificado el panorama de demanda del mismo. Según experiencias realizadas en Brasil, su empleo en un porcentaje entre el 5 y el 10% reduce sensiblemente la generación de humos, manteniendo el poder detonante del combustible. Los requerimientos de acetal como aditivo oxigenado oscilarían, solamente en dicho país, entre 500 y 1000 Ton/día, según sea el porcentaje empleado, ello da una idea de la enorme importancia de esta nueva aplicación.

Pero el acetal también es empleado como aditivo del etanol combustible con el objeto de disminuir su temperatura de autoencendido. Por ejemplo, una mezcla de etanol 99.8 al 95% con 5% de acetal posee una temperatura de autoencendido de 360°C contra 450°C del alcohol puro.

Por tanto, esta línea de investigación busca catalizadores sólidos conseguidos a partir de minerales propios de la zona, lo que supone un bajo coste en la producción del acetal y además disminuye considerablemente la contaminación producida por el proceso original.

El origen del etanol como combustible parte de muy lejos, de los orígenes de los actuales coches y su implantación inicial parte desde los Estados Unidos. Cuando Henry Ford hizo su primer diseño de su automóvil modelo T en 1908, esperaba que el combustible de mayor uso fuera el etanol, fabricado a partir de fuentes renovables, de 1920 a 1924, la Standard OilCompany comercializó un 25% de etanol en la gasolina vendida en el área de Baltimore pero los altos precios del maíz, combinado con dificultades en el almacenamiento y transporte, hicieron concluir el proyecto. A finales de la década de 1920 y durante los 30 se hicieron subsecuentes esfuerzos para reavivar un programa de combustible con etanol, basado en legislación federal y estatal, particularmente en el Cinturón Maicero de los Estados Unidos, pero sin éxito.

Entonces, Henry Ford y varios expertos unieron fuerzas para promover el uso del etanol; se construyó una planta de fermentación en Atchison, Kansas, para fabricar 38.000 litros diarios de etanol, específicamente para combustible de motores, durante los 30, más de 2.000 estaciones de servicio en el Medio Oeste vendieron este etanol hecho de maíz y que llamaron "gasohol".

Los bajos precios del petróleo llevaron al cierre de la planta de producción de etanol en los 40, llevándose consigo el negocio de los granjeros americanos; el gasohol fue reemplazado por el petróleo.

EL COMBUSTIBLE DEL FUTURO

PRODUCCION

El etanol, uno de los biocombustibles más importantes, es un recurso renovable, ya que proviene de la biomasa. Disminuye en gran forma las cantidades utilizadas de nafta. Esto lleva a una reducción en el uso y la importación de hidrocarburos y favorece el uso de recursos naturales renovables nacionales, además de contribuir a disminuir la contaminación.

Petróleo y combustibles alternativos¹

Las motivaciones y las razones para perpetuar el empleo del petróleo como combustible durante el siglo XX se han basado en el hecho de que las reservas han sido históricamente significativas y consideradas prácticamente inagotables y que el petróleo en su estado natural líquido permite el manejo simple y el transporte a granel. Asimismo, el petróleo y sus derivados tienen un alto calor de combustión (del orden de $\Delta H = + 44 + 50$ Mjoulles/kg) lo que hace su uso muy conveniente como combustible para los motores de combustión interna y para calefacción. Desafortunadamente, el petróleo es una materia prima no renovable y desde las crisis energéticas mundiales de 1973 y 1979 se han desarrollado dos importantes caminos para asegurar el suministro de energía. Por un lado, la racionalización y el ahorro en el uso del petróleo y sus derivados, y por el otro, el desarrollo de combustibles alternativos y sustentables.

Entre los combustibles alternativos y sustentables, sobresalen el hidrógeno y los biocombustibles, ambos tipos en franco desarrollo. De acuerdo con tecnología disponible actualmente, la utilización del hidrógeno como combustible (ΔH de combustión = -142 Mjoulles/kg) requiere para ser económicamente factible el acoplamiento de energía solar o eólica para su producción. Por el contrario, los biocombustibles tienen actualmente costos de producción comparables con los del petróleo y sus derivados. Bajo la denominación de biocombustibles se entiende a un par de combustibles líquidos, el bioetanol y el biodiésel, que son producidos de materia prima vegetal o biomasa.

¹ Alvarez, Silvia; Evelson, Pablo; Boveris, Alberto (noviembre 2008). Etanol : El combustible del futuro. En: Encrucijadas, no. 45. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires

El biodiésel es un combustible líquido que se produce a partir de aceites vegetales y de grasas animales. En cuanto a los aceites vegetales, los de colza, girasol y soja son los más utilizados actualmente. Se encuentran en desarrollo la utilización de aceites de algas, aceites de cocina reciclados y grasas animales. Químicamente los distintos tipos de biodiésel son ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga (palmítico, oleico, linoleico y linolénico) con metanol o etanol. La reacción química es extremadamente sencilla, el aceite o la grasa se calienta con hidróxido de sodio o potasio y metanol o etanol, con lo que la reacción de trans-esterificación produce el biodiésel en tiempos relativamente cortos con altos rendimientos ya que la posición del equilibrio químico se halla desplazada hacia la formación del éster monoalquílico. El producto final, el biodiésel, se separa como una capa oleosa que flota sobre la capa acuosa.

Actualmente ya están operando fábricas que utilizan aceite de colza y metanol como materia prima y lipasas de origen animal y vegetal como catalizadores de la reacción de trans-esterificación. En cuanto las propiedades del biodiésel como combustible, éstas son prácticamente las mismas que las del gasoil en cuanto a calor de combustión (-44-45 Mjoulles/kg), densidad y número de cetano. Para su uso en motores de combustión interna, el biodiésel puede utilizarse puro o mezclado en distintos porcentajes con gasoil.

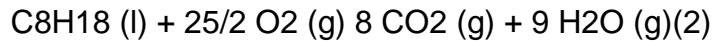
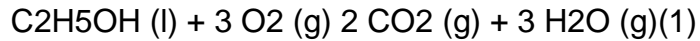
Esta última opción, la mezcla, es la preferida para ser usada en automóviles y en aviones.

El bioetanol, el combustible del futuro tal como adelanta el título de esta nota, es químicamente alcohol común (etano-1-ol) con la característica de haberse obtenido de una biomasa, normalmente con alto contenido de sacarosa y sometida a fermentación. El alcohol producido, 12-15 % en peso de la biomasa, se separa por destilación y se obtiene el alcohol común, constituido por 96 % etanol y 4 % agua. Considerado como combustible, el bioetanol tiene alto calor de combustión, alto octanaje y bajo cetanaje.

Mezclado con nafta, produce un combustible de alto calor de combustión y alto poder energético, el gasohol o laalconafta, que tienen características combustibles similares a la nafta. Cabe señalar el gran uso actual de laalconafta en el mundo, aunque todavía no ocurre en nuestro país.

A modo de ilustración y en condiciones de combustión completa, 1 molécula de etanol produce 2 moléculas de dióxido de carbono (ecuación 1) con un calor de combustión de -29.7 kjoules/g (-1367 kjoules/mol) y una tasa de efecto invernadero de 1 CO₂/687 kjoules.

Esto se compara con la combustión completa del isooctano, donde 1 molécula de isooctano produce 8 moléculas de dióxido de carbono (ecuación 2) con un calor de combustión de -47.7 kJoules/g (-5442 kJoules/mol) y una tasa de efecto invernadero de 1 CO₂/680 kJoules.



EL ETANOL COMO COMBUSTIBLE²

El etanol es un combustible que ofrece ventajas en virtud de sus características físicas y químicas, que pueden ser resumidas como un líquido de baja densidad y alta fluidez con alto calor de combustión, pero sobre todo considerando las materias primas de origen y su sustentabilidad, los costos de producción y transporte y los bajos efectos negativos en el ambiente.

La principal fuente para la obtención de alcohol es la biomasa, específicamente aquella que lleva a una importante producción de glucosa, la molécula precursora del alcohol en el proceso de fermentación (descrito por Pasteur en 1857). Se entiende por biomasa fermentable a toda materia agrícola constituida por microorganismos y plantas. Las principales características que debe tener una biomasa para ser utilizada como fuente de energía, son:

Explotabilidad y mejor aprovechamiento de los recursos actuales de biomasa existentes.

Posibilidad del cultivo agrícola de plantas con ese propósito. Al elegir el cultivo, factores a tener en cuenta son la captura con máxima eficacia de la luz del sol y la asimilación del CO₂ de la atmósfera.

Posibilidad de utilización de los productos secundarios de la producción de etanol por la biomasa.

Actualmente, se utilizan tres tipos de materias primas para la producción de etanol en gran escala:

Con alto contenido de sacarosa, como caña de azúcar, remolacha o sorgo dulce. La fermentación es llevada a cabo principalmente por levaduras, produciendo etanol y CO₂, en un proceso que ocurre en unas 48 horas. Típicamente una tonelada de caña de azúcar limpia contiene unos 135 kg de sacarosa que producen unos 85 litros de etanol.

² Alvarez, Silvia; Evelson, Pablo; Boveris, Alberto (noviembre 2008). Etanol : El combustible del futuro. En: Encrucijadas, no. 45. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires

Con alto contenido de almidón, como maíz, papa. El almidón se hidroliza durante el proceso de producción para producir glucosa que fermenta a etanol por las levaduras.

Desde un punto de vista teórico, unas toneladas de maíz pueden producir 380 litros de etanol, pero la media de la producción industrial es de 324 litros.

Con alto contenido de celulosa, como los residuos agrícolas y la madera. La producción de cereales genera una gran cantidad de residuos agrícolas, principalmente tallos y hojas. Una cantidad substancial de estos residuos, que son poco aprovechados, se puede utilizar como materia prima para la producción de etanol sin afectar el equilibrio ecológico. La producción de etanol a partir de estos residuos agrícolas (como tallos de trigo) requiere un proceso para liberar las moléculas de glucosa constitutivas de la celulosa y de las hemicelulosas, que constituyen 30-50 % y 20-35 % del material de la planta, respectivamente. Plantas industriales de producción de alcohol celulósico instaladas en Canadá intentan producir alcohol combustible a aproximadamente 0.30 dólares/litro para fines de 2008.

LAS PRINCIPALES VENTAJAS QUE TIENE EL ETANOL COMO COMBUSTIBLE SON DE ÍNDOLE VARIADA:³

Es un recurso renovable, ya que proviene de la biomasa. Disminuye en forma importante por sustitución parcial o total las cantidades utilizadas de nafta. Esto lleva a una reducción en el uso y la importación de hidrocarburos y favorece el uso de recursos naturales renovables nacionales. Puede contrarrestar y reducir el impacto de los problemas recurrentes de precios y reservas de hidrocarburos en períodos de crisis energéticas.

Puede promover una reactivación económica y productiva. Establece una agrocadena donde se integran eslabones públicos y privados, como la secuencia de los sectores agrícola, industrial, energética, social, económica y ambiental. Esta actividad, primariamente agrícola e industrial, generaría nuevas fuentes de trabajo directas e indirectas, fomentando el empleo rural, la regionalización industrial y el desarrollo de regiones con potencial agroindustrial.

Posee un alto grado de solubilidad y miscibilidad con la nafta. El etanol es líquido y adecuado para su uso en automotores, tiene un importante número de octanos y no deteriora la calidad de las naftas para su uso en los motores de combustión.

³ Alvarez, Silvia; Evelson, Pablo; Boveris, Alberto (noviembre 2008). Etanol: El combustible del futuro. En: Encrucijadas, no. 45. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires

Se argumenta que su utilización como combustible contribuye a reducir la polución y contaminación atmosférica, especialmente en los centros urbanos, por la menor producción de partículas carbonosas. Disminuye ligeramente la emisión del CO₂ con efecto invernadero, con respecto a la nafta, y disminuye la emisión de monóxido de carbono, óxidos de sulfuro y óxidos de nitrógeno. De esta manera, contribuye al mejoramiento de la salud y calidad de vida de la población.

Evidentemente, existen limitaciones en el uso del etanol como fuente energética.

Las más importantes son:

Su producción y precio estará directamente ligado al mercado nacional e internacional de la materia prima en cuestión. En nuestro país corresponde al del azúcar.

El etanol posee un 30% menos de densidad de energía que la nafta, lo que exige un consumo mayor de combustible. La nafta provee 42 Mjoulles/kg, mientras que el etanol solo 29 Mjoulles/kg. Energéticamente, un litro de nafta equivale a 1.5 litros de etanol. La adición de un 10% de etanol a la nafta reduce el calor de combustión solamente en un 3.8 %, lo que es prácticamente similar en cuanto a combustible consumido. Por otra parte, la alta volatilidad del etanol anhidro afecta la eficiencia de la mezcla y puede llevar a intermitencias en el suministro de combustible al motor y a pérdidas por evaporación.

La evaporación aumenta con la temperatura ambiente. La elevada afinidad química que posee el etanol por el agua, en virtud de su estructura molecular, puede generar problemas en la correcta operación del motor.

Requerimientos de infraestructura especial para transporte y almacenaje. Se necesitan vehículos estructural y mecánicamente adaptados para operar con alcohol y con las mezclas dealconafta, lo que provee una operabilidad general inferior a la tradicional para las naftas. Además, el etanol puede provocar oxidación; es por eso que en Brasil se utilizan motores con algún reemplazo plástico.

La producción agrícola de la biomasa requiere cultivos de grandes extensiones de tierra, las que podrían ser utilizadas con otro fin, por ej. Para alimentación.

COMBUSTIBLES BASADOS EN BIOETANOL⁴

El etanol ofrece diversas posibilidades de mezclas para la obtención de biocombustibles, los que se están utilizando con los siguientes nombres y propiedades:

E5: es una mezcla de 5% etanol y 95% de nafta. Esta es una mezcla habitual, es la máxima autorizada en la actualidad por la regulación europea y la regulada a utilizar en nuestro país a partir del año 2010. Para el caso de nuestro país, la regulación está especificada por el contenido de oxígeno elemento (2.7 %) que debe tener la mezcla y corresponde al uso de etanol al 7,8%. Sin embargo, es previsible una modificación de la normativa europea que aumentará el límite a 10 % (E10) ya que diferentes estudios revelan que los vehículos actuales toleran sin problemas mezclas de hasta el 10% en etanol y que los beneficios en cuanto a ahorro de hidrocarburos y para el ambiente son significativos.

E10: es una mezcla de 10% de etanol y 90% de nafta. Esta es la mezcla más utilizada en los Estados Unidos, ya que hasta esta proporción de mezcla los motores no necesitan ninguna modificación e incluso produce una elevación de un octano en la gasolina.

Consecuentemente, mejora su resultado y se obtiene una reducción en la emisión de gases contaminantes.

E85: es una mezcla de 85 % de etanol y 15 % de nafta y requiere motores especiales. En los Estados Unidos, las marcas más conocidas ofrecen vehículos adaptados a estas mezclas. También se comercializan, en algunos países, vehículos con motores adaptados a una variedad de mezclas (motores Flex). En estos motores, sensores especiales pueden determinar la mezcla de carburantes y ajustar automáticamente la sincronización de ignición del motor y los coeficientes aire/combustible. Estos motores permiten la utilización de cualquier relación nafta/alcohol y hasta la utilización de nafta pura.

E95 y E100: mezclas de hasta 95 % y 100% de etanol se utilizan en motores especiales para esos usos. Su uso en Brasil es muy difundido.

⁴ Alvarez, Silvia; Evelson, Pablo; Boveris, Alberto (noviembre 2008). Etanol : El combustible del futuro. En: Encrucijadas, no. 45. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires

E-DIÉSEL: el etanol permite su mezcla con gasoil utilizando un aditivo solvente y se produce un biocombustible diésel, con muy buenas características en cuanto a combustión y reducción de contaminación ofreciendo así otras alternativas de uso de etanol en los vehículos diésel. El E-diésel ya se comercializa con éxito en los Estados

Unidos y Brasil, y pronto hará su aparición en Europa.

ETBE: No se comercializa como combustible, sino que se utiliza como aditivo de la nafta.

El ETBE (etil ter-butil éter) se obtiene por síntesis a partir del etanol y el isobutileno, subproducto de la destilación del petróleo. Posee las ventajas de ser menos volátil, y más miscible con la nafta que el propio etanol y, como el etanol, se adiciona a la nafta en proporciones de 10-15%. La adición de ETBE aumenta el índice de octano de la nafta y evita la adición de derivados de plomo, práctica casi extinguida.

Producción mundial de alcohol y dealconafta: el ejemplo de Brasil

En el año 2006 la producción mundial de etanol en todos sus grados fue de 51 millones de litros. Los dos principales productores mundiales son Estados Unidos y Brasil, que juntos llegan a producir un 70% de la producción total, seguidos por China, India y Francia. En Europa, tanto Alemania como España han incrementado considerablemente su producción de etanol.

Se ha observado, a través de los años y en distintos países, una falta de políticas alternativas para hacer frente a las subas en el precio y a las reservas acotadas de petróleo. Uno de los programas más exitosos, en cuanto a la producción y al uso del etanol como combustible alternativo, ha ocurrido en Brasil. Este país produce aproximadamente 15 mil millones de litros de etanol por año. Las fábricas de etanol en Brasil mantienen un balance energético positivo (entre 8,3 y 10,2 veces) al quemar la parte que no produce azúcar de la caña. Brasil es considerado como la primera economía que logró el uso sustentable del etanol como combustible y como el modelo a seguir por otros países.

Tras la crisis del petróleo de 1973, Brasil decidió crear e impulsar un combustible alternativo, el etanol procedente de la producción, refinación y fermentación de la caña de azúcar. En 1975, el gobierno comenzó con un programa nacional destinado a utilizar alcoholes como combustibles. Este programa era ambicioso, se realizaría en tres etapas y se había diseñado principalmente para reducir fuertemente la dependencia de Brasil de la importación de petróleo. Analizando este programa al día de hoy, el programa ha demostrado ser un éxito a ser tomado como ejemplo. El etanol representa hoy el 40 % del combustible vendido en Brasil, y las previsiones apuntan a un crecimiento del 60 %.

En algunas regiones brasileñas, el precio por litro de este combustible llega a ser 40-50 % menor al de la nafta.

Ya a mediados de los '80, el 96% de los vehículos nuevos vendidos en Brasil utilizaban al etanol como combustible. Tras la bajada de precios del petróleo en los '90, los brasileños volvieron a comprar vehículos a nafta. Sin embargo, en el 2004 se produjo una nueva revolución: se comienzan a comercializar vehículos con motores flexibles, conocidos como Flex. Éstos permiten funcionar tanto con etanol como con nafta, o con la mezcla de ambos en cualquier proporción. Es interesante destacar que, en el 2006, el 73% de los automóviles que se vendieron en Brasil eran Flex.

Las principales fortalezas de este plan son:

Creación de un mercado donde hay vehículos que operan con combustibles conteniendo un 20-25% de etanol.

Creación de un mercado con 4.3 millones de vehículos que utilizan etanol hidratado (95.5 % en volumen).

Creación de 640000 fuentes directas de trabajo y 9 millones de fuentes indirectas de trabajo.

Reducción de la importación de petróleo de casi 70 % entre el año 1979 y el año 1992.

Mejoramiento del balance comercial. Mientras que en 1975 era de 3.5 millones de dólares, en 1992 pasó a ser 14.9 millones de dólares.

Disminuyó su dependencia del petróleo importado desde un 43.3 % en 1985 a un 21.7% en 1992.

La producción de etanol aumentó a 15.9 billones de litros por año.

Actualmente, 18000 estaciones de combustible (de unas 22000 totales en Brasil) comercializan etanol combustible. En Estados Unidos, los vehículos consumen una cantidad similar de etanol, pero al contrario que en Brasil, solo 600 estaciones de combustible (de las 180000 totales) lo comercializan.

¿CÓMO HACER ETANOL?⁵

Es muy fácil producir debido a la cantidad de recursos disponibles para hacerlo.

Hay dos tipos de recursos:

- Cosechas: maíz, cebada, y trigo; es más común
- Biomasa Celulosa: árboles o hierbas (este tipo se llama <<bioetanol>>); es menos común

El mol, como unidad de medida:

En 1811 el físico y químico italiano Amadeo Avogadro planteó la hipótesis de que iguales volúmenes de diferentes gases a la misma temperatura y presión contienen el mismo número de moléculas.

El número de Avogadro se calcula a partir de la hipótesis del propio Avogadro así como estudios y experimentos de muchas otras personas dedicadas a la física y a la química. Este número corresponde a las partículas que contienen un volumen 22.4L de cualquier gas, a los 0 grados.

CARACTERÍSTICAS DEL ETANOL

Todos sabemos bien que el alcohol y el volante no combinan en absoluto, sin embargo, la situación cambia cuando el primero podría convertirse en un insumo esencial para el automóvil: tal es el caso del etanol y el metanol.

Hoy en día crece la tendencia a utilizar alcoholes mezclados con gasolina como combustibles alternativos y por eso es conveniente conocer las ventajas y las desventajas, tanto ecológicas como económicas, de lo que posiblemente sea un importante energético del futuro para los automóviles.

Ventajas novedosas: Algunas ventajas del etanol y el metanol como combustibles para auto son:

- * Se pueden producir a partir de fuentes y residuos renovables como pasto, bagazo de caña de azúcar, hojarasca, etc.
- * Generan menor contaminación ambiental.
- * Para que el parque vehicular utilice este combustible sólo se necesita cambiar las partes plásticas del circuito de combustible.

⁵ <http://cesargarza7.blogspot.com/2012/07/ensayo-3-quimica.html>

Su impacto en el ambiente: De acuerdo con la Agencia de Protección de Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés), la contaminación atmosférica ha alcanzado límites peligrosos para la salud humana y el ambiente, y los vehículos motorizados son los principales causantes de esta contaminación.

Por su parte, la Asociación de Recursos Renovables de Canadá señala que agregar un 10 por ciento de etanol al combustible reduciría hasta en un 30 por ciento las emisiones de monóxido de carbono (CO) y entre 6 y 10 por ciento las de dióxido de carbono (CO₂); asimismo habría una reducción en la formación de ozono.

La emisión de agentes contaminantes de automóviles que funcionen con metanol contendría 20 por ciento de dióxido de carbono y 10 por ciento de los diferentes hidrocarburos que actualmente emiten los vehículos que utilizan gasolina. Empleando metanol, los autos eliminarían casi por completo las emisiones de partículas en suspensión y compuestos tóxicos tales como: óxido de nitrógeno (NO), ozono (O₃), hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y dióxido de azufre (SO₂) entre otros.

Tanto en las mezclas con etanol, como en las que se emplean grandes porcentajes de metanol, la generación de ozono es mucho menor.

Una desventaja de estos alcoholes es la mayor producción de vapor de agua, que calienta la atmósfera, y menor cantidad de sulfatos, que la enfrían, por lo que contribuirían en mayor medida a provocar el "efecto invernadero".

En síntesis, estos alcoholes podrían ser menos contaminantes, desde que se producen hasta que se queman.

USOS DEL ETANOL:⁶

El etanol (C₂H₅-OH), también conocido como alcohol etílico o de grano, se obtiene a partir de tres tipos de materia prima: los productos ricos en sacarosa, como la caña de azúcar, la melaza y el sorgo dulce; las fuentes ricas en almidón, como cereales (maíz, trigo, cebada, etc.) y tubérculos (yuca, camote, papa); y mediante la hidrólisis de los materiales ricos en celulosa, como la madera y los residuos agrícolas.

El etanol es un líquido inflamable, incoloro y es el alcohol de menor toxicidad. Se utiliza en las bebidas alcohólicas, al igual que como desinfectante o disolvente. Posee un alto octanaje y una mayor solubilidad en gasolina que el metanol.

⁶ <http://cesargarza7.blogspot.com/2012/07/ensayo-3-quimica.html>

En Brasil, más de 4 millones de automóviles funcionan con etanol gracias a un programa gubernamental que tiene por objetivo obtener un combustible alternativo proveniente de la caña de azúcar. Un derivado del etanol se utiliza como aditivo para oxigenar la gasolina, lo cual ayuda a producir una combustión mejorada y más limpia.

El etanol tiene muchos usos en la industria, pero los principales usos y los más conocidos actualmente son los del etanol como combustible de los vehículos automotores y como ingrediente para las bebidas alcohólicas. Además, se usa también en el sector farmacéutico como excipiente de algunos medicamentos y cosméticos (es el caso del alcohol antiséptico 70° GL y en la elaboración de ambientadores y perfumes).

USOS Y BENEFICIOS⁷

Productos de cuidado personal

El etanol es un ingrediente común en muchos cosméticos y productos de belleza. Actúa como astringente para limpiar la piel, como conservador en lociones y para asegurar que no se separen los ingredientes de una loción; también está presente en los aerosoles para el cabello, para que el producto se adhiera al cabello.

Debido a que el etanol es efectivo para matar microorganismos, como las bacterias, los hongos y los virus, es un ingrediente común en muchos desinfectantes para manos. Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de los EE. UU. recomiendan el uso de desinfectantes para manos cuando no hay agua y jabón disponibles.

Productos para el hogar

El etanol se mezcla fácilmente con el agua y muchos compuestos orgánicos, y genera un disolvente efectivo para usar en pinturas, lacas y barnices, como también en productos de cuidado personal y productos de limpieza para el hogar. Como aditivo para los productos de limpieza, el etanol también se usa como conservador porque es eficaz en la anulación de los organismos que podrían representar un peligro para los consumidores.

⁷ <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/etanol/>

Aditivos alimentarios

Como aditivo alimentario, el etanol puede ayudar a distribuir uniformemente la coloración de los alimentos, como también realzar el sabor de extractos de alimentos. Por ejemplo, el extracto de vainilla, un aromatizante alimentario común, se elabora mediante el curado y el procesamiento de vainas de vainilla en una solución de etanol y agua. En los Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (Food and Drug Administration, FDA) solamente permite que a la vainilla se la denomine “extracto” cuando tiene una base de alcohol o etanol.

Combustible

Más del 97 por ciento de la gasolina de los EE. UU. Contiene etanol, por lo general en una mezcla denominada E10, que está conformada por un 10 por ciento de etanol y un 90 por ciento de gasolina, para oxigenar el combustible y reducir la contaminación del aire. El etanol tiene mayor cantidad de octanos que la gasolina, lo que proporciona propiedades de mezcla de calidad suprema, de acuerdo con el Departamento de Energía de los EE. UU. Los requisitos de cantidad mínima de octanos impiden la anulación del motor y mantienen la facilidad de conducción.

¿CUÁNTA SUPERFICIE DE CULTIVO SE TENDRÍA QUE UTILIZAR PARA PRODUCIR LO NECESARIO PARA REPLAZAR LA GASOLINA? ⁸

Cualquier país con suficiente terreno en su territorio (y siempre y cuando esté dispuesto a importar la comida del exterior), puede producir etanol para su uso como combustible.

Según Patzek La conversión de vehículos para utilizar mezclas con más de 10% de etanol. Se necesitarían plantaciones gigantescas, para reemplazar el 10%, se requieren 785 galones de agua para producir uno de etanol y 3 galones de etanol son necesarios para reemplazar 2 galones de gasolina.

En qué países se comercializa actualmente.

Estados Unidos, Brasil, China, India, Francia, Alemania, Rusia, Canadá, España, Sudáfrica, Tailandia, Reino Unido, Ucrania, Polonia, Arabia Saudita.

⁸ <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/etanol/>

¿QUÉ SE TIENE QUE HACER PARA LOGRARLO?

Contar con inversores privados para fabricar etanol a partir de la caña de azúcar como se hace en Brasil,

Abriendo la posibilidad de suministrar a Pemex, que se encargaría de distribuir el combustible en formatos E10, E20 o E85 para así comenzar a disminuir la dependencia del petróleo extranjero y la incapacidad de procesar el petróleo extraído.

Construir plantas que procesen los productos en múltiples alternativas para no sacrificar la producción alimenticia.

Alternativas para producir etanol aparte de la caña de azúcar, que implica producirlo a partir de algas, o agave tequilero para poder comenzar a usar los vehículos de combustible flexible ya sean de estándar brasileño o estándar estadounidense (E85).

Modificar la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, en la cual restringe el uso del maíz como insumo para la producción de etanol anhidro.

Introducir al país los vehículos de combustible flexible e incentivar su producción en los modelos que se fabriquen.

Impulsar es la reactivación del campo mexicano, así como la ayuda necesaria para disminuir la contaminación en el país, a pesar de los múltiples tropiezos para ayudar a Pemex a producir el biocombustible.

Fabricar los kits de conversión a etanol para su venta en el país, en teoría puede decirse que casi cualquier vehículo se le puede instalar para convertirlo en un vehículo flex para usar cualquier proporción gasolina/etanol o etanol anhidro con un mínimo de porcentaje de humedad.

Apertura a convenios con la compañía brasileña para la construcción de una planta para fabricar Etanol, así mismo la implementación de transporte público

CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL METANOL:⁹

El metanol (CH₃OH) se denomina alcohol metálico o alcohol "de madera" porque originalmente se obtenía de la destilación de esta materia prima en ausencia de aire. Actualmente puede producirse a partir de gas natural, carbón, madera, e incluso de residuos orgánicos (biomasa celulósica).

⁹ <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/etanol/>

Es el más simple de los alcoholes y se caracteriza por ser incoloro; su ingestión causa ceguera porque destruye irreversiblemente el nervio óptico y una dosis mayor a 30 ml causa la muerte.

Se utiliza en la fabricación de ácido acético y otros compuestos químicos. Es un disolvente que se emplea en la fabricación de plásticos, pintura, barnices, y también sirve como anticongelante en automóviles.

Su uso como combustible alternativo se ha popularizado en vehículos de competencia debido a su alto octanaje, lo que hace que la flama sea más controlable y el consumo de combustible mínimo.

Un derivado químico del metanol se utiliza en combustibles alternativos para reducir las emisiones exhaustivas de contaminantes.

DESVENTAJAS DEL ETANOL COMBUSTIBLE¹⁰

Las desventajas del etanol combustible, no obstante, aún siguen siendo relativamente las suficientes como para que no sea del todo un carburante alternativo totalmente ecológico.

- El etanol produce un gran gasto de energía en su producción.
- El etanol del tipo bioetanol necesita muchos terrenos de cultivo para la obtención de la materia prima para una gran producción. Esto puede causar menos tierras dedicadas a producir alimentos o más zonas deforestadas para ese cultivo.
- El etanol se consume de un 25% a un 30% más rápidamente que la gasolina; para ser competitivo, por tanto, debe tener un menor precio por galón.
- Cuando es producido a partir de caña de azúcar, en muchos lugares se continúa con la práctica de quemar la caña antes de la cosecha, lo que libera grandes cantidades de metano y óxido nitroso, dos gases que agravan el calentamiento global. Esto se solucionaría mecanizando el proceso de cosecha, pero disminuiría el empleo rural, a pesar de las críticas que se han hecho a las condiciones de este.
- Cuando el etanol es producido a partir de maíz, en su proceso de elaboración se está utilizando gas natural o carbón para producir vapor y en el proceso de cultivo se usan fertilizantes nitrogenados, herbicidas de origen fósil y maquinaria agrícola pesada. Esto podría solucionarse mediante el uso de sistemas de producción agrícola orgánicos o por lo menos ecológicos. También se puede utilizar el CO₂ proveniente de las destilerías para la producción de algas (que a su vez se pueden usar para producir biocombustibles). Además, en caso de que haya ganaderías cercanas, se

¹⁰ <https://www.clubensayos.com/Ciencia/El-uso-del-etanol/654441.html>

puede usar el metano del estiércol para producir vapor (en esencia este equivale a usar biogás para producir biocombustible).

INFORMACION DE SEGURIDAD¹¹

El etanol es sumamente inflamable y no se debe usar cerca de llamas abiertas. La inhalación de etanol puede provocar tos o dolores de cabeza, de acuerdo con los CDC.

La FDA calificó al etanol como una sustancia generalmente reconocida como segura (Generally Recognized as Safe, GRAS), lo que significa que un panel de expertos calificados determinó que es seguro su uso en productos alimenticios. Dado que el etanol es una forma muy pura del alcohol, su consumo y uso en alimentos están regulados por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los EE. UU. y por la Agencia de Alcohol, Tabaco y Armas de Fuego.

Seguridad del etanol¹²

Para desalentar el consumo de etanol puro de productos de limpieza o cuidado personal, se suele agregar un “desnaturalizante”, como un aromatizante amargo. Los desnaturalizantes hacen que el alcohol no sea apto para el consumo humano, pero no cambian las demás propiedades de la sustancia.

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y BIOETANOL:

¿UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE A LA CRISIS ENERGÉTICA?¹³

Energía sostenible o sustentable

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983, definió al desarrollo sustentable como: “el desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones, tomando en cuenta los aspectos sociales, económicos y ecológicos” (www.un.org). Este concepto fue conocido mundialmente en el informe “Nuestro Futuro Común”, publicado en 1987 con motivo de la preparación para la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro, Brasil en 1992.

¹¹ <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/etanol/>

¹² <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/etanol/>

¹³ Castro-Martínez, Claudia; Beltrán-Arredondo, Laura Ivonne; Ortiz-Ojeda, Juan Carlos
PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y BIOETANOL: ¿UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE A LA CRISIS ENERGÉTICA?

Ra Ximhai, vol. 8, núm. 3b, septiembre-diciembre, 2012, pp. 93-100
Universidad Autónoma Indígena de México
El Fuerte, México

El significado de esto implica un desarrollo basado en términos cuantitativos a un tipo cualitativo, estableciendo fuertes vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales de manera equitativa, sin perjudicar alguno de ellos.

Biodiesel

El biodiesel es una de las fuentes de energía alternativas potenciales que cumplen con criterios de sustentabilidad o sostenibilidad, ya que es renovable y producido a partir de los recursos nacionales con un menor impacto ambiental, además de ser biodegradable y no tóxico (Demirbas, 2008). Es un biocombustible líquido propuesto como alternativa para la sustitución o disminución del uso de diesel tradicional de petróleo (fósil). Químicamente, el biodiesel es un mono alquil éster (metil o etil éster) de ácidos grasos de cadena larga derivados de lípidos renovables tales como aceites vegetales y grasas animales. Durante esta reacción consecutiva y reversible: un mol de acilglicerol actúa con un mol de alcohol y un mol de éster es formado en cada etapa en ausencia o presencia de un catalizador. La alcoholisis de un aceite vegetal puede ser catalizada química o enzimáticamente.

Bioetanol

El bioetanol, también conocido como etanol o alcohol etílico, ha sido ampliamente utilizado como combustible o como potenciador de gasolina, este es completamente renovable en la naturaleza, ya que al quemarlo, el bióxido de carbono que libera es reciclado y retorna a las plantas debido a que estas usan el bióxido de carbono durante la fotosíntesis para la producción de biomasa, además el uso del bioetanol como potenciador de los combustibles fósiles presenta algunas ventajas como una mejor oxidación de los hidrocarburos de la gasolina y la consecuente reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

SOLUCIONES PARA UN MEJOR FUTURO ENERGÉTICO¹⁴

Sistemas de energía renovable podrían ser una solución viable para resolver los problemas de insuficiencia de combustibles fósiles, garantizando seguridad energética en muchos países, sin causar daños ambientales.

Existen varias razones para el interés, estudio y producción de los biocombustibles, entre los que podemos citar (Russo et al., 2012):

¹⁴ Castro-Martínez, Claudia; Beltrán-Arredondo, Laura Ivonne; Ortiz-Ojeda, Juan Carlos
PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y BIOETANOL: ¿UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE A LA CRISIS
ENERGÉTICA?

Ra Ximhai, vol. 8, núm. 3b, septiembre-diciembre, 2012, pp. 93-100
Universidad Autónoma Indígena de México
El Fuerte, México

1. Mitigan el cambio climático y reducen la dependencia en las importaciones de energía,
2. La producción de energía renovable puede sustituir o disminuir el uso de los combustibles fósiles tradicionales (Walker, 2009).
3. Reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), compromiso a nivel mundial para la producción de algún tipo de energía.
4. El desarrollo de los recursos locales: apoyo a las empresas y pequeños productores, generando bienestar y valor agregado.
5. Importante ahorro en los costos de transporte (Tao y Aden, 2009).

El panorama global sobre los biocombustibles para los próximos años dependerá de un número interrelacionado de factores, incluyendo el precio futuro del petróleo, la disponibilidad de materias primas baratas, la continuidad de políticas públicas que alienten al sector, los cambios tecnológicos que podrían reducir el costo de biocombustibles de segunda generación (celulosa y microalgas), y la competencia de los combustibles fósiles no convencionales. Por el lado de la demanda, en varios países existe un importante y progresivo impulso derivado de regulaciones que actualmente están vigentes.

ADQUISICIÓN DE ETANOL ANHIDRO PARA EL MEZCLADO CON GASOLINAS EN TERMINALES DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO (TAD) DE PEMEX-REFINACIÓN¹⁵

La adquisición de etanol anhidro por un volumen mínimo de 1,550.5 millones de litros (MMlitros) que corresponden a 2.7 Miles de barriles por día (Mbd), y un máximo de 2,214.9 MMLitros que corresponden a 3.8 Mbd, para el periodo 2015- 2027. Los proveedores serán responsables de la producción y el almacenamiento estratégico con inventario para al menos veinte días de autonomía. El etanol anhidro se utilizará para mezclarlo al 5.8% en volumen (v/v) con gasolina base en las llenaderas de auto tanques de las TAD, permitiendo un abasto de entre 45.9 Mbd y 65.5 Mbd de Pemex Magna E6. La gasolina base será suministrada desde las refinerías Lázaro Cárdenas ubicada en Minatitlán, Veracruz y Francisco I. Madero ubicada en Ciudad Madero, Tamaulipas.

¹⁵ http://www.pemex.com/transparencia/Documents/2018-mdyIb/7_MD_Etanol_VERSIONPUBLICA.pdf?fbclid=IwAR3QmEVQRQcne9O45qh9JX9bvmdqLPbzadrHyIh5V-ORFkbwSRmShgyDdo

En el año 2014, Pemex-Refinación definió como Actividad Sustantiva de Carácter Productivo la: “Adquisición de Etanol Anhidro para el Mezclado con Gasolinas en Terminales de Almacenamiento y Reparto de Pemex-Refinación”. Esta iniciativa contempla que el proceso tradicional de formulación de gasolinas que actualmente se realiza en las refinerías se modifique llevando a cabo el mezclado de etanol anhidro con gasolinas base en el interior de las TAD de San Luis Potosí, Ciudad Mante, Ciudad Valles, Ciudad Madero, Veracruz, Xalapa, Pajaritos y Perote dentro del proceso de llenado de auto tanques, para lo cual dichas instalaciones requerirán ser modificadas para recibir, almacenar y mezclar el etanol anhidro que será entregado directamente en las TAD por los proveedores por medio de auto tanques o carro tanques.

Adicional, prevé que la refinería Francisco I. Madero suministrará gasolina base vía ducto a la TAD Madero siendo esta última la que a su vez suministrará la gasolina base por auto tanques o carro tanques a las TAD San Luis Potosí, Ciudad Valles y Ciudad Mante. Asimismo, contempla que la Refinería Lázaro Cárdenas por conducto de la Terminal Marítima Pajaritos suministrará gasolina base a la TAD Pajaritos y a la TAD Veracruz por buque-tanques, y estas TAD suministrarán la gasolina base por auto tanques a las TAD Xalapa y Perote.

El 9 de octubre del 2014 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la convocatoria 025/2014 para la licitación pública nacional fuera de la cobertura de los tratados de libre comercio suscritos por los Estados Unidos Mexicanos presencial. Licitación Núm. P4LN029001 para la adquisición de etanol anhidro para el mezclado con gasolinas en 8 terminales de almacenamiento y reparto (TAR) de PemexRefinación, así mismo el 17 de marzo del 2015 se emitió el fallo correspondiente. Se declararon desiertas las partidas correspondientes a la TAD Madero por no haber recibido propuestas y a la TAD Pajaritos debido a que la única propuesta recibida no cumplió con los requisitos solicitados.

Resultados alcanzados e impactos identificados

Se realizó la licitación pública nacional fuera de la cobertura de los tratados de libre comercio suscritos por los Estados Unidos Mexicanos formalizando seis contratos para el suministro de etanol anhidro con cuatro proveedores nacionales con plantas y proyectos de producción de etanol localizados en el estado de Veracruz (Orizaba, Atoyac y Ciudad Cardel) y en el estado de Tamaulipas (Valle Hermoso), para entregar etanol en las tres TAD ubicadas en el estado de Veracruz (Jalapa, Perote y Veracruz), dos TAD ubicadas en San Luis Potosí (San Luis Potosí y Ciudad Valles) y una TAD ubicada en Tamaulipas (Ciudad Mante).

Esta iniciativa ha promovido en el periodo de 2015 a 2018, la participación del sector público y el sector privado.

Las experiencias obtenidas en las pruebas han permitido impulsar el desarrollo de un marco normativo en biocombustibles como el etanol anhidro en la matriz energética, como son la norma para la certificación de Sustentabilidad Ambiental en la producción de los Bioenergéticos (NMX-AA-174-SCFI-2015) y la norma sobre especificaciones de calidad de los petrolíferos (NOM-016-CRE-2016), así como los Lineamientos con la especificación para la producción de los bioenergéticos puros y su mezcla, mismos que se encuentra en proceso de aprobación para su publicación a cargo de SENER.

Objetivos logrados y resultados

Con el desarrollo del proyecto y la ejecución de la tercera licitación pública se han obtenido los logros y beneficios siguientes:

Formalización de contratos de adquisición de etanol para 6 TAD involucradas en el diseño de la prueba de concepto aprobada por la SENER.

Conocimiento puntual de la oferta y proyectos para la producción de etanol anhidro factibles de desarrollar a nivel nacional para suministrarlo como biocombustible.

Identificación de los proyectos productivos y en desarrollo de etanol anhidro y proyectos para la producción de etanol anhidro, dichas plantas se abastecerán de biomasa nacional aportando al desarrollo del campo mexicano en la Estado de Tamaulipas derivado de cultivos de sorgo y el Estado de Veracruz, derivado de cultivos de caña de azúcar.

Desarrollo de ingenierías básicas para la infraestructura de recibo, almacenamiento y mezclado de etanol con gasolinas en las TAD involucradas en la prueba de concepto solicitada por la CIB.

La prueba de concepto permitirá reducir importaciones de gasolinas y componentes con un biocombustible de producción nacional, favoreciendo la integración de las cadenas de producción agrícola nacional al sector energía.

Efectos producidos

Al mezclar etanol en las gasolinas producido bajo estándares de sustentabilidad ambiental Pemex coadyuvará con la responsabilidad ambiental al reducir las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero durante todo su ciclo de vida, generará una reducción de al menos 35% de estas emisiones respecto a los valores de referencia del combustible fósil a sustituir, ya que se proyecta el cumplimiento de criterios de sustentabilidad establecidos por la SEMARNAT.

Adicionalmente la SENER con base en los acuerdos de la CIB diseñará los términos de referencia para la contratación de un experto que en el mediano plazo implemente una metodología para i) sistematizar la información con que cuentan las dependencias que integran la CIB y Pemex y ii) evaluar en el transcurso de los dos primeros años de operación de la prueba de concepto aquellos elementos que permitan definir la viabilidad de establecer una política pública de etanol con alcance nacional en el mediano o largo plazo. Este estudio deberá elaborarse con una perspectiva social, ambiental, económica y legal.

DIPUTADO DEL PRD PROPONE ANÁLISIS DEL ETANOL, COMO SUSTITUTO DE COMBUSTIBLES¹⁶

México. - El coordinador de los diputados del PRD, Ricardo Gallardo Cardona, impulsa reformas para que la Secretaría de Energía emita criterios, lineamientos y normatividad correspondientes para que, en caso de desabasto de combustibles fósiles de uso automotriz, se promueva el empleo del etanol como sustituto o complemento.

La iniciativa de reformas a Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, suscrita también por la diputada perredista Verónica Juárez Piña, señala que, en las últimas semanas, ante el desabasto de gasolina, el etanol se ha colocado como un hidrocarburo alternativo, por lo que su venta se disparó en el Valle de México hasta en 300 por ciento, ante la escasez de gasolinas.

Los legisladores del Partido de la Revolución Democrática (PRD) mencionaron que, aun cuando no hay datos precisos sobre la cantidad de gasolina que se importa al mes, las estadísticas oficiales son preocupantes, pues de acuerdo con la base de datos institucional de Petróleos Mexicanos (Pemex), México ha pasado de tener un superávit de hidrocarburos líquidos a ser un país comprador de ellos.

El documento señala que en la actualidad más de 50 por ciento del volumen de petrolíferos que se comercializan en México corresponde a gasolinas. Esto lo hace el producto derivado del petróleo más importante.

En sentido contrario a la producción de crudo, el volumen de ventas de gasolinas ha incrementado en los últimos 18 años, pasando de 531 miles de barriles diarios a 765 mil, última cifra registrada de 2018.

¹⁶ <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/Comunicacion/Boletines/2019/Febrero/04/0962-Diputados-piden-a-la-Sener-analizar-el-uso-del-etanol-como-sustituto-de-combustibles-fosiles-para-uso-automotriz?fbclid=IwAR2L09EEUQbMCb5fuNapgXu0Af-BFS09srxIUjBs977c1FbKEosNeM1qYQ>

La iniciativa, turnada a la Comisión de Energía, refiere que, de acuerdo con investigadores del Instituto Politécnico Nacional, el problema de disminución de las reservas de combustibles fósiles y la generación de contaminantes debido a su combustión, han provocado la búsqueda de sustancias alternativas como el etanol.

En varios países, agrega, se usa etanol producido desde caña de azúcar y maíz, mezclado con la gasolina, como combustible para vehículos de transporte. Esto ha disminuido la generación de contaminantes y la dependencia de los precios internacionales del petróleo, sobre todo en naciones que no lo producen.

Resalta que, a pesar de que México es un país productor de hidrocarburos, “actualmente no cuenta con la capacidad necesaria para abastecer en su totalidad al mercado interno, hecho aunado a los altos índices de criminalidad que se han desatado a lo largo de la cadena productiva, principalmente por robo de combustible”.

LA INDUSTRIA DEL ETANOL EN MÉXICO¹⁷

México es un país exportador neto de energía primaria, fundamentalmente por el volumen de exportaciones petroleras. No sucede lo mismo en energía secundaria, ya que tenemos un saldo negativo por las altas importaciones de gas licuado, gas natural, coque de petróleo, coque de carbón, pero fundamentalmente por gasolinas y naftas.

En México, desde hace varios años, se produce etanol de caña de azúcar en los diferentes ingenios del país que cuentan con destilerías, sólo que su uso es para bebidas embriagantes e industriales, no para uso combustible. Se produce, principalmente, de melazas de caña de azúcar y con ya tradicional y bastante conocida.

No obstante, de contar con capacidad instalada para producir mayor cantidad, los ingenios del país no la utilizan, dado que la demanda es limitada y que el insumo es cíclico. En promedio, la capacidad utilizada es de 44% respecto a la capacidad instalada; además es relativamente fácil hacer adecuaciones para ampliar esa capacidad.

Aproximadamente, la mitad de los ingenios del país cuentan con destilerías, unas más, otras menos modernas, pero pueden producir etanol (96° GL).

¹⁷ Luis Armando Becerra Pérez

Secretario Académico de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)

<becerra_sinaloa@yahoo.com.mx>

Otro detalle muy importante a resaltar es que, según los registros estadísticos, la producción de etanol ha venido disminuyendo en México. En 1988 se llegó a producir 70 millones de litros, y ya para el 2004 sólo se producían 35 millones de litros, aproximadamente.

Otra forma de medir la oferta de etanol en México es evaluar la cantidad de oxigenantes que se pretenden sustituir, y del volumen y porcentaje de gasolinas que se determine combinar, ya que el etanol bien puede servir para oxigenar las gasolinas o para sustituir dicho combustible en diferentes porcentajes.

De acuerdo con la NOM-086-Semarnat-Sener-SCFI-2005, "especificaciones de los combustibles fósiles para protección ambiental", las gasolinas que se consuman en el país deben contener 2.7% de oxígeno en peso, para lo que actualmente Pemex utiliza mtbe (Metil Terbutil Éter) y Tame (Teramil Metil Éter).

La anterior especificación, la debe contener toda la gasolina Magna (octanaje mínimo de 87) que se consume en las tres principales zonas metropolitanas del país (Valle de México, Guadalajara y Monterrey), además de toda la gasolina Premium (octanaje mínimo de 92) que se consume en el territorio mexicano.

La norma 086, también obliga a un contenido máximo de azufre en las gasolinas y el diesel. Para el caso de la gasolina Premium que se consume en todo el país, es de 30 partes por millón en peso (ppm) promedio, con un máximo de 80 ppm, exigencia que se cumple con la producción de gasolina Ultra Baja en Azufre (UBA).

En el caso de la Magna, la norma señala que, desde octubre de 2008, la gasolina consumida en las tres principales zonas metropolitanas del país, debe también cumplir con los mismos parámetros de contenido de azufre que la gasolina Premium (30 ppm promedio/ máximo 80), situación que se cumple, en al menos, una de las tres zonas metropolitanas.

Demanda

El etanol como combustible es un producto nuevo en México. No obstante que, aproximadamente, la mitad de los ingenios del país tienen destilerías, sólo se produce mayoritariamente para bebidas y usos industriales. Por ejemplo, en la zafra 2002/2003, se produjeron 39.2 millones de litros de etanol (96° GL).

El etanol anhidro tiene principalmente dos usos: como materia prima para oxigenar las gasolinas y como sustituto de las mismas, previa combinación en diferentes porcentajes. Por tanto, estimar la demanda es una cuestión que está íntimamente relacionada con el volumen de MTBE y tame susceptible de ser sustituido, y del porcentaje que Pemex decida combinarlo, pero que, además, sea viable técnica, económica y socialmente.

Suponiendo que Pemex decida primero usarlo como materia prima para oxigenar las gasolinas, la demanda tiene que ver con las decisiones que tome el consumidor único del etanol: Petróleos Mexicanos.

Entonces, estamos ante un mercado que no existe y donde el posible consumidor es uno sólo, aunque posteriormente se desdoble en muchos consumidores a través de la venta final del combustible en las estaciones de servicio. Por tanto, se trata de suministrar un insumo en un *mercado monopsónico*, por lo que la libre oferta y demanda no existe.

El precio final de la gasolina lo determina el monopolio estatal, Pemex, y la SCHP, teniendo como referencia el precio internacional y las condiciones económicas y sociales del país. El etanol en el corto plazo, por tanto, es una *demanda derivada* de la cantidad de oxigenantes que se requieran; y en el mediano plazo, está en función de la demanda de gasolina y de sus perspectivas de crecimiento, que, a la vez, están determinada por el crecimiento de la flota vehicular y por las condiciones económicas y comerciales del país.

En ese sentido, y una vez cuantificada la demanda de oxigenantes utilizados actualmente, vamos a revisar el volumen de gasolinas consumidas en México y sus tendencias. La idea es precisar la demanda de los años recientes y proyectar su consumo futuro, para de ahí derivar la demanda total de etanol en México.

La demanda de las gasolinas ha venido aumentando en los últimos 7 años de manera consistente. Mientras que en el 2000 se vendieron 531.5 miles de barriles diarios, para el 2007 ese volumen fue de 760.2, lo que representa una tasa de crecimiento promedio anual de 4.6 por ciento.

Precio

Como el consumidor primario de etanol es un monopolio estatal, Pemex, no se puede determinar el precio a través de la libre oferta y demanda. Se trata de un mercado tipo monopsónio, altamente concentrado por parte del consumo y poco diversificado por parte de la producción. O sea, es un mercado de un sólo consumidor (Pemex) y de pocos oferentes (potenciales industriales del etanol).

Dado lo anterior, la determinación del precio nacional del etanol sólo puede partir de dos referencias: la de los costos de producción y la del precio internacional. A partir del precio internacional se puede determinar el precio de indiferencia, pero éstos pueden ser varios. Existen precios de indiferencia para el productor de etanol (industrial), para el consumidor primario (Pemex) y para el consumidor secundario (usuario final).

Aunque el etanol combustible que se produzca en México, suponemos sería para el mercado nacional, se requiere tomar en cuenta el precio internacional del etanol.

Para ello, recurrimos a los dos grandes mercados de etanol en el mundo: Brasil y Estados Unidos, y observamos su comportamiento en el tiempo, apreciando una tendencia descendente, explicada, fundamentalmente, por una mayor oferta en cada uno de esos mercados.

En este sentido, el Director General de Pemex, Jesús Reyes Heróles, afirmó que esa institución "no pagará más por el etanol de lo que eroga actualmente por MTBE", y que iniciarán con una planta piloto en el 2009 en la Ciudad de Guadalajara; proyectando para el 2011 y 2012 oxigenar con etanol toda la gasolina que se consume en las Ciudades de Monterrey y México, pero producido principalmente de caña de azúcar". Estimó que el requerimiento de Pemex para el año 2012, será de 15 mil barriles diarios de etanol, "representando un reto no sólo por su producción, sino también en términos de logística y transporte".¹⁸

Otro precio de Indiferencia es el que existe desde el lado del consumidor final. Para que al usuario final de la gasolina le sea indiferente entre consumir gasolina o gashol (mezcla de gasolina con etanol), el precio de ésta última debe ser más barato, en términos de rendimiento y considerando cualquier otro gasto de adaptación, desgaste y mantenimiento.¹⁹

EN VIGOR, CAMBIOS A NOM QUE PERMITEN MÁS ETANOL EN GASOLINA²⁰

La gasolina que se comercialice podrá a partir de hoy martes contener hasta 10% de etanol en casi todo el país, ya que la CRE publicó en el Diario Oficial de la Federación las modificaciones a la norma oficial NOM-016, para homologar reglas en los combustibles nacionales y facilitar las importaciones desde EU.

La gasolina que se comercialice podrá a partir de hoy martes contener hasta 10% de etanol en casi todo el país, ya que la Comisión Reguladora de Energía (CRE) publicó en el Diario Oficial de la Federación las modificaciones a la norma oficial NOM-016, para homologar reglas en los combustibles nacionales y facilitar las importaciones desde Estados Unidos.

Con excepción de las zonas metropolitanas de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, las nuevas determinaciones de la CRE se ajustan en todo el país a las normas de la Agencia de Protección Ambiental estadounidense en lo que se refiere al contenido de etanol anhidro como oxigenante en las gasolinas regular y Premium.

¹⁸ El Financiero, 14 de julio de 2008, sección de negocios; p. 19.

¹⁹ El etanol contiene sólo 65% del contenido energético de la gasolina, por lo que de entrada debe de costar 35% menos que la gasolina.

²⁰ <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/En-vigor-cambios-a-NOM-que-permiten-mas-etanol-en-gasolina-20170627-0055.html>

Con ello, se incrementa desde 5.8% la composición permitida previamente, a pesar de las críticas por parte de organizaciones como el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, El Poder del Consumidor, Greenpeace, Transita Seguro y el Instituto Mexicano para la Competitividad, que aseguran que luego de las pruebas anteriores se demostró que el uso de etanol en las gasolinas incrementa de manera importante los niveles de ozono y partículas suspendidas.

Sin embargo, el mecanismo de exención de Mapa de Impacto Regulatorio aprobado para la publicación de estos cambios en la Comisión Federal de Mejora Regulatoria permitió que tuvieran un proceso de consulta exprés y en 10 días se oficializaron los cambios.

En la NOM-016 modificada publicada se reiteran los calendarios de liberación de los precios de las gasolinas en cinco regiones para todo el país antes de que concluya el año, con lo que argumentan la urgencia de contar con estándares similares a los mercados de los que se importarán combustibles para que exista competencia. Organizaciones productoras de etanol a partir de cosechas como el US Grains Council y Growth Energy de EU aseguran que la decisión mueve a México hacia estándares globales en el uso de recursos energéticos renovables y sostenibles como el etanol que ofrecen ventajas ambientales, económicas, sociales y de salud pública sobre otros aditivos y oxigenados para la gasolina.

La impugnación de esta regulación sólo podrá efectuarse a través de un amparo indirecto, tal como lo establece la Ley de Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética, con lo que los actos de autoridad no serán objeto de suspensión durante los juicios y sólo se podrán cobrar las multas por incumplimiento a los regulados una vez que el juez dicte sentencia.

CONCLUSIONES

El etanol se perfila como un combustible alternativo válido a la nafta. La eficacia de la industria del etanol dependerá en gran medida de leyes y normas nacionales que promocionen su uso con énfasis en la calidad del aire y seguridad de energía, además de existir incentivos de impuestos que aminoren el costo.

Es importante mencionar que un obstáculo para el desarrollo de esta industria es la incompatibilidad con la infraestructura existente. La experiencia en Brasil ha demostrado que los precios comparados con los combustibles convencionales y la confiabilidad en el abastecimiento, tienen un papel definitorio para la aceptación por parte de los consumidores y para el desarrollo del mercado. La producción de etanol a partir de caña de azúcar en nuestro país se perfila como una fuerte actividad industrial.

Se postula que por razones sociales, económicas y medio ambientales es necesaria una nueva transición energética, lo que conlleva cambios radicales, primero es necesario concientizar, generar, construir y aplicar los conocimientos y estrategias establecidas. Para lograrlo, es necesario realizar grandes esfuerzos con la finalidad de aumentar la eficiencia de su uso final, lograr ahorros de energía primaria, desarrollar una base de datos con amplios sustitutos de los combustibles fósiles, así como tecnologías de producción y uso final. Además, propiciar e impulsar la descentralización de los sistemas energéticos.

Haciendo el análisis con las tecnologías convencionales y pensando solamente en caña de azúcar y maíz, dado que los otros cultivos (yuca, sorgo y remolacha) no son comúnmente manejados en México, los costos totales de producción del etanol se mueven en un rango de 40 a 60 centavos de dólar por litro.

Considerando la tecnología disponible a nivel mundial y las propiedades físico-químicas de los diferentes cultivos, los rendimientos industriales de etanol nos muestran que la caña de azúcar obtiene la mayor productividad, con 4 mil 880 litros por hectárea. Le siguen la remolacha, con 4 mil 386 litros; el maíz, con 3 mil 980; la yuca, con 2 mil 380; y el sorgo dulce, con mil 400 litros por hectárea.

México, potencialmente, puede desarrollar múltiples cultivos energéticos, no alimenticios, a partir de los cuales sería posible producir biocombustibles líquidos, sólo que algunos tendrían mayores ventajas que otros, dependiendo de los resultados de las evaluaciones de carácter tecnológico, ambiental, económico y social. Desarrollar estos nuevos cultivos energéticos e inventar/adaptar tecnologías comercialmente rentables para transformar esa biomasa, es un aspecto en el que se tendrá que avanzar en México.

Debemos de producir etanol con tecnologías de segunda y tercera generación, a partir de cultivos energéticos no alimenticios y deshechos vegetales y animales (biomasa lignocelulósica), sólo que el tiempo y los recursos no están a nuestro favor.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez, Silvia; Evelson, Pablo; Boveris, Alberto (noviembre 2008). Etanol : El combustible del futuro. En: Encrucijadas, no. 45. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires

<http://cesargarza7.blogspot.com/2012/07/ensayo-3-quimica.html>

<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/etanol/>

<https://www.clubensayos.com/Ciencia/El-uso-del-etanol/654441.html>

http://www.pemex.com/transparencia/Documents/2018-mdylb/7_MD_Etanol_VERSIONPUBLICA.pdf?fbclid=IwAR3QmEVQRQcne9O45qh9JX9bvmdqLPbzadrHyllh5V-0RFkbwSRmShgyDdo

Castro-Martínez, Claudia; Beltrán-Arredondo, Laura Ivonne; Ortiz-Ojeda, Juan Carlos PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y BIOETANOL: ¿UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE A LA CRISIS ENERGÉTICA? Ra Ximhai, vol. 8, núm. 3b, septiembre-diciembre, 2012, pp. 93-100 Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte, México

<http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/Comunicacion/Boletines/2019/Febrero/04/0962-Diputados-piden-a-la-Sener-analizar-el-uso-del-etanol-como-sustituto-de-combustibles-fosiles-para-uso-automotriz?fbclid=IwAR2L09EEUQbMCb5fuNapgxu0Af-BFS09srxlUOjBs977c1FbKEosNeM1qYQ>

Luis Armando Becerra Pérez Secretario Académico de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) becerra_sinaloa@yahoo.com.mx

<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/En-vigor-cambios-a-NOM-que-permiten-mas-etanol-en-gasolina-20170627-0055.html>