

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Etanol o las alternativas combustibles: ¿Qué hacer frente al “gasolinazo” en México?

Documento de trabajo núm. 239



Febrero 2017

www.diputados.gob.mx/cesop



CESOP

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Información que fortalece el quehacer legislativo



CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIII LEGISLATURA

Información que fortalece
el quehacer legislativo



Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Organización Interna

Marcelo de Jesús Torres Cofiño
Director General

Enrique Esquivel Fernández
Asesor General

Netzahualcóyotl Vázquez Vargas
Director de Estudios Sociales

Ricardo Martínez Rojas Rustrian
Director de Estudios de Desarrollo Regional

Ernesto R. Cavero Pérez
Subdirector de Estudios de Opinión Pública

José Francisco Vázquez Flores
Subdirector de Análisis
y Procesamiento de Datos

Katia Berenice Burguete Zúñiga
Coordinadora Técnico

Felipe de Alba Murrieta
Rafael del Olmo González
Gabriel Fernández Espejel
José de Jesús González Rodríguez
Roberto Candelas Ramírez
Rafael López Vega
Salvador Moreno Pérez
Santiago Michele Calderón Berra
Heriberto López Ortiz
Rafael Eduardo Villarreal Ordóñez
Giovanni Jiménez Bustos
Investigadores

Luis Ángel Bellota
Natalia Hernández Guerrero
Karen Nallely Tenorio Colón
Erika Martínez Valenzuela
Ma. Guadalupe S. Morales Núñez
Elizabeth Cabrera Robles
Alejandro Abascal Nieto
Abigail Espinosa Waldo
Agustín Munguía Romero
Ricardo Ruiz Flores
Guillermina Blas Damián
Nora Iliana León Rebollo
Alejandro López Morcillo
Apoyo en Investigación

José Olalde Montes de Oca
Asistente Editorial

Claudia Ayala Sánchez
Corrección de estilo

*Etanol o las alternativas combustibles: ¿Qué hacer frente al “gasolinazo” en México?

Dr. Felipe de Alba¹

¹ En este documento colaboraron Juana Martín y Alexia Macario, del equipo de apoyo a la investigación del CESOP en la organización y sistematización de la información presentada aquí.

Tabla de contenido

Introducción	3
a) El contexto del “gasolinazo”	6
La ruptura del paradigma de los combustibles fósiles.....	9
1. ¿Qué son los combustibles alternativos?.....	9
2. El etanol como alternativa combustible	11
¿Qué es el etanol?.....	13
El etanol como combustible.....	13
Ventajas ecológicas del etanol como combustible	13
Empresas o investigaciones sobre el etanol en México.....	16
3. El hidrógeno como combustible: ventajas.....	18
Ventajas ecológicas del hidrógeno como combustible.....	18
Desventajas o peligros del hidrógeno como combustible	19
4. ¿Qué es el GNV?.....	19
¿Cómo se obtiene el gas natural vehicular?	19
¿Cómo se transporta y almacena el GNV?.....	20
Ventajas del gas natural vehicular	20
Desventajas del gas natural vehicular.....	21
5. ¿Qué es el micodiésel?.....	21
¿Cómo se obtiene el micodiésel?.....	22
Ventajas del micodiésel.....	22
Desventajas del micodiésel	22
5. ¿Qué es el biodiésel?.....	23
Cómo se obtiene el biodiésel	23
Inconvenientes del biodiésel.....	23
Consideraciones generales.....	24
Referencias	25

Etanol o las alternativas combustibles: ¿Qué hacer frente al “gasolinazo” en México?

Dr. Felipe de Alba²

Introducción

La noticia de un **aumento considerable al precio de la gasolina (de 13 a casi 17 pesos, la más barata, un aumento de alrededor de 20%)** a partir del 1º de enero del presente año, literalmente “despertó” a los mexicanos a comienzos de enero de 2017.

Un cuestionamiento generalizado a la eficacia de las **reformas estructurales** del gobierno federal se ha presentado desde entonces. Esto ha dado lugar a un fenómeno singular y descontento que rebasaron, según parece, cualquier previsión en los análisis de las agencias gubernamentales.

Desde el inicio del gobierno actual (**2012-2018**) las reformas estructurales³ han sido el eje de un discurso político que las ubica como esenciales en el desarrollo económico y su inserción en el mercado global.

Esta dimensión estratégica de dichas reformas estructurales –progresivamente disminuida por un contexto internacional adverso y la crítica sistemática de sectores

² El autor es doctor en Planificación Urbana por la Universidad de Montreal (Canadá). sus áreas de especialización son grandes ciudades, manejo de recursos naturales y futuros del medio ambiente, especialmente en términos hídricos.

En este documento colaboraron **Juana Martín y Alexia Macario**, del equipo de apoyo a la investigación del CESOP, en la organización y sistematización de la información presentada aquí.

³ Se trata de **11 reformas estructurales** que han sido aprobadas y promulgadas: la Reforma Laboral, la Reforma Hacendaria, la Reforma Financiera, la Reforma en Materia de Transparencia, la Reforma Educativa, la Reforma Energética, la Reforma Política-Electoral, la Reforma en Materia de Telecomunicaciones y Radiodifusión, la Nueva Ley de Amparo, el Código Nacional de Procedimientos Penales y la Reforma en Materia de Competencia Económica.

de la oposición política—, tiene el objetivo de insertar a México entre los países más avanzados del planeta. Aquí no discutiremos la pertinencia de dichas propuestas. **El objetivo es otro.**

El evento que señalamos al principio —el incremento de los precios de las gasolinas— parece conjuntar diferentes aspectos de la protesta social: en sus formas, en sus alianzas, en sus diferentes dimensiones y regiones. Algunos medios de comunicación han dado un seguimiento puntual a dichas movilizaciones que han tenido lugar en diferentes partes del país (**Tabla 1**).

Tabla 1. Algunas movilizaciones referidas por *Reforma* contra el “gasolinazo” (1ª quincena de enero)

Origen	Eventos
Delegación Cuauhtémoc, CDMX	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Varias organizaciones y partidos, como el PRD, se reunieron en diversos puntos de la CDMX para protestar contra el alza en el costo de los combustibles. ✓ Ciudadanos y organizaciones sociales marchan del Monumento a la Independencia al Zócalo de esta capital, en rechazo al gasolinazo.
Guadalajara, Jalisco	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ciudadanos vestidos de blanco marcharon de La Minerva hacia la Plaza de la Liberación para repudiar el alza en el precio de las gasolinas.
Oaxaca	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Integrantes de la Sección 22 de la CNTE marcharon del Monumento a Juárez al Zócalo de Oaxaca. ✓ Movilizaciones del magisterio también se registraron en Tuxtepec, Huatulco, Puerto Escondido, Pochutla, Nochixtlán, Teotitlán de Flores Magón y en Salina Cruz. ✓ En Nochixtlán, los profesores bloquearon la supercarretera Oaxaca-México por varias horas.
Tabasco	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Encabezados por diputados, seguidores del PRD se manifestaron contra el aumento de los combustibles.
Monterrey, Nuevo León	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Miembros de distintas organizaciones civiles marchan de la Plaza La Purísima hacia la Macroplaza en contra del gasolinazo.
Mexicali, Baja California	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Miles de personas marchan desde el monumento de Vicente Guerrero hacia la Plaza de los Tres Poderes en la capital del estado contra el gasolinazo y la Ley del Agua del Estado.
Guerrero	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Militantes del PRD, encabezados por ex diputados locales, se reunieron en varias plazas de Guerrero contra el gasolinazo.
Chiapas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un contingente de maestros de las secciones 7 y 40 de la CNTE se sumó a la manifestación que ciudadanos encabezaron en Tapachula, en la que se congregaron cerca de 500 personas.

	✓ Organizaciones como Movimiento Amplio de Organización de Liberación Nacional y el Constituyente Ciudadano y Popular también participaron en la movilización que partió de las instalaciones de Pemex y culminó en la explanada del Palacio Municipal.
Michoacán	✓ En Morelia maestros de la CNTE se integraron a la protesta convocada por el Frente Cívico Social en la que participaron alrededor de 700 personas, y a la que se sumaron militantes de Morena y organizaciones sociales.
Yucatán	✓ Al menos unos 300 adheridos a la CNTE realizaron una marcha del Monumento a la Patria hasta el Palacio de Gobierno, en donde realizaron un mitin.
Puebla	✓ Cientos de poblanos se sumaron a la segunda marcha contra el gasolinazo , desde el Paseo Bravo con rumbo al Zócalo de la ciudad.

Fuente: elaboración con información de *Reforma, Infografía*.⁴

También pueden mencionarse las controversias que han suscitado por la identificación gubernamental de sus promotores, que los ubican en la oposición política (véase “Análisis criminológico de los sucesos relacionados por el incremento de la gasolina”, División Científica. PF, en línea).⁵

Todo ello ha hecho que un fenómeno estrictamente económico –incremento de precios– se convierta en una serie de protestas y acontecimientos que podrían ser preparatorios a escenarios por venir, en un año electoral. Este tema, en todas sus aristas de política preelectoral, quizá sea necesario analizar en otro documento.

⁴ Por la naturaleza y fuerza de las protestas, otros medios de comunicación hicieron el seguimiento a dichos eventos. También pueden mencionarse, entre muchos otros casos, las notas de *La Jornada*: (03/01/2017) “Oficial: 19 bloqueos por ‘gasolinazo’” (en línea: <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2017/01/03/oficial-19-bloqueos-por-gasolinazo>); *Excélsior* (04/01/2017): “PF registra 25 bloqueos en ocho estados por ‘gasolinazo’. La dependencia indica que los manifestantes tomaron tres casetas de peaje en los estados de Morelos y México” (en línea: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/01/04/1137801>); *Milenio* (16/01/2017) “Bloqueos por el alza de gasolina: minuto a minuto. 3 días de que aumentó el precio de la gasolina, manifestantes mantienen sus protestas en al menos 18 estados” (en línea: http://www.milenio.com/estados/gasolinazo-protestas-bloqueos-manifestaciones-minuto-a-minuto-milenio-noticias_0_877712396.htm); entre muchos otros.

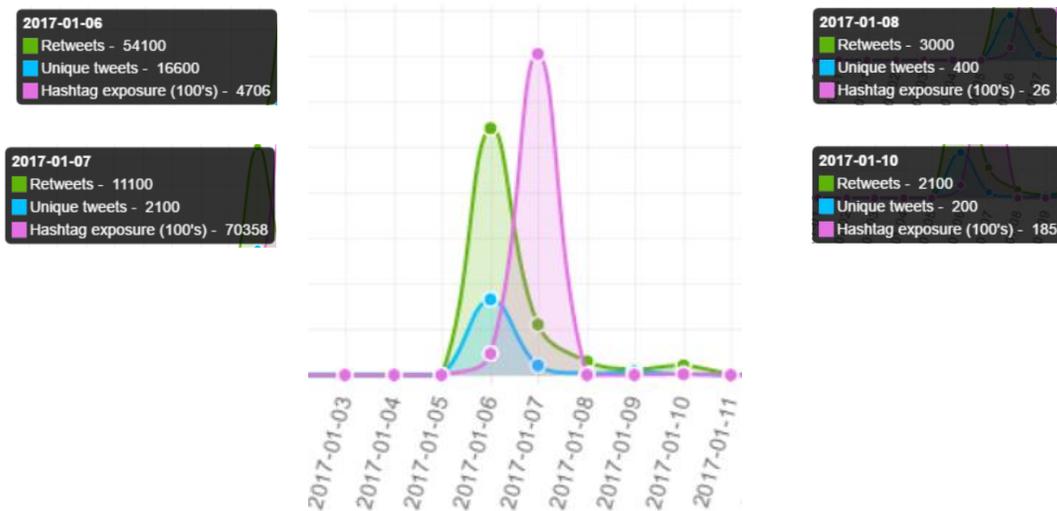
⁵ Sin embargo, el columnista Raymundo Riva Palacio destacó que se trataba de un documento apócrifo, cuya autoría fue negada por el Comisionado Nacional de Seguridad Pública. (17/01/2017). El columnista señalaba también que dicho reporte trataba de desviar la atención sobre la verdadera autoría de dichos eventos, vinculados con una organización denominada “Antorcha Campesina” (Rivapalacio, 17/01/2017. “El gabinete roto” *Eje Central*. En línea: <http://www.ejecentral.com.mx/estrictamente-gabinete-roto/> [consultado el 18/01/2017].

Por ahora, conformémonos con analizar **algunos elementos concomitantes** al problema del incremento del precio de las gasolinas en México. Es decir, se trata de las alternativas que eventualmente podrían usarse para contrarrestar dichas medidas económicas.

a) El contexto del “gasolinazo”

El presidente de la República, **Enrique Peña Nieto** (2012-2018), se hizo una pregunta (“¿qué hubieran hecho ustedes?”)⁶ en su discurso para defender frente a la población la medida que causó tanta controversia (05/01/2017). En redes sociales la pregunta del presidente se hizo viral; se volvió rápidamente un *hashtag* (Gráfica 1).

Gráfica 1. Muestra del impacto del *hashtag* #quehubieranhechoustedes



Fuente: RiteTag #quehubieranhechoustedes

⁶ De acuerdo con *Trendinalia México*, el hashtag #QueHubieranHechoUstedes se convirtió en tendencia en Twitter a las 22:26 del 5 de enero (2017), unos minutos después del mensaje del presidente Enrique Peña Nieto (2012-2018). Más tarde otras etiquetas continuaron como tema popular hasta la noche del viernes 6 de enero, tales como #QueHubierasHechoTu y #QueHubieranHecho.

Por ejemplo, días después de la aplicación de dichas medidas –incluso después de la convocatoria para firmar un acuerdo económico–, el *hashtag* *#quehubieranhechoustedes* muestra con cierta claridad que aún después de las protestas callejeras y saqueos, la población seguía con una relativa dosis de niveles de inconformidad, aunque disminuyendo. El último suceso por señalar fue que en Mexicali, después de fuertes manifestaciones, el gobernador del estado tuvo que eliminar el incremento al precio del agua (*Sin embargo*, 7/01/2017), otro motivo de dichas movilizaciones.

Asimismo, varios **intelectuales** (Lorenzo Meyer, Denisse Dresser, Sergio Aguayo) (*Tvpacífico*, 4 de enero de 2017), **políticos** (Cuauhtémoc Cárdenas, Andrés Manuel López Obrador, Ivonne Ortega, Margarita Zavala, Ricardo Anaya y Jaime Rodríguez, entre otros) (*Expansión*, 10 de enero de 2017) y **periodistas** (Carmen Aristegui, entre otros) se dieron a la tarea de responder a la pregunta que el presidente se había hecho en su discurso, lo cual favoreció que esta discusión se mantuviera en redes sociales.

Otros tópicos como la inconformidad en redes sociales y medios de comunicación sugerían la necesidad de “recortes” gubernamentales, en lugar de afectar a la población (recortes al presupuesto de la Cámara de Diputados, en oficinas del gobierno federal, etcétera).⁷

Incluso, la discusión se ha desenvuelto con algunos cambios. Particularmente, varios políticos o funcionarios trataron de mostrar su sensibilidad ajustando sus gastos como respuesta a estos signos de movilización social. Guardando toda proporción, **se ha tratado de una coyuntura social inédita.**

⁷ Véase por ejemplo el Reporte CESOP “El recorte del presupuesto y su impacto en el desarrollo económico y social”. Año 2009. También pueden consultarse los efectos del recorte en años recientes (2017) en: *Animal Político* “Educación, infraestructura, medio ambiente y salud, los rubros con mayores recortes para 2017. La Secretaría de Hacienda propuso recortes y ajustes al gasto del gobierno para preservar la estabilidad del país, SEP, SCT, y Salud están entre las más afectadas” (en línea: <http://www.animalpolitico.com/2016/09/recortes-presupuesto-2017-hacienda/>) [consultado el 16/01/2017], entre muchas otras fuentes.

Sin embargo, pocos analistas y políticos voltearon a ver alternativas a esa medida, además de subrayar el efecto económico, evidentemente fuerte para la población urbana en México (70%) cada vez más propietaria de un automóvil.

Hay que repetir que no puede soslayarse ese hecho: la importancia económica del incremento en los precios de la gasolina como elemento central de la inconformidad social.

Por ejemplo, según la [Encuesta del CESOP sobre el aumento al precio de la gasolina](#), con fecha del 14 y 15 de enero, la respuesta más común es enojo (molestia, coraje y frustración). Igualmente destacan en dicho sondeo de opinión que cerca de la mitad de los encuestados (46%) señaló como causa del aumento el mal manejo de la economía. El 28% responsabilizó a la reforma energética y 14% al aumento del precio internacional del petróleo.

Asimismo, los resultados de la encuesta evidenciarían una crítica gubernamental por dicho incremento. Cuando se les pregunta qué tanta responsabilidad tienen diferentes actores políticos en el **gasolinazo**, se consideró que son muy responsables el gobierno federal (93%), el presidente (93%), los diputados (88%) y los senadores (87%).

Por lo anterior, sin intentar disminuir la importancia de dichas protestas en la coyuntura actual, en el presente documento se plantea que este elemento negativo **puede ser analizado en otros sentidos**.

Por ejemplo, apenas en una nota al margen un periódico destacaba que un empresario tlaxcalteca prácticamente había vendido su reserva de etanol, dado su precio ventajoso (*Periódico Central*, 17 de enero de 2017). El rotativo destacaba que el empresario vendía a 13 pesos el litro de etanol, lo que sustancialmente era menor al precio de la gasolina más barata (16 pesos). Más tarde, otra fuente (*Sin Embargo*, 11/01/2017) destacaba la historia de dicho empresario y que la venta de etanol habría “cambiado su vida”.

Con base en esta línea de reflexión, en este documento se destacan algunas **alternativas de combustible** al consumo mexicano de la gasolina, en el contexto



de su incremento de precio.⁸ Con este análisis puede **contribuirse a una discusión pública** sobre la pertinencia del cambio de patrones de consumo de combustibles no fósiles como parte de la agenda ecológica en México.

La estructura de este texto comprende una exposición de las principales sustancias consideradas como alternativas combustibles a la gasolina. Se aportan datos estadísticos y patrones de consumo en el mundo, así como datos sobre el consumo nacional. También, para sustentar la pertinencia de dicho debate, se citan fuentes reconocidas sobre las ventajas y desventajas que han enfrentado algunos gobiernos y países en el cambio de dichos patrones de consumo en el combustible.

La ruptura del paradigma de los combustibles fósiles

A lo largo del siglo XX el mundo se caracterizó por un uso masivo intenso y desproporcionado de los combustibles fósiles particularmente: el petróleo y sus derivados. En la actualidad, aunque continúa la misma tendencia, hay un debate internacional por el cambio hacia alternativas de muy diferente tipo.

Esto ocurre en particular –según información de diferentes agencias internacionales y de gobiernos nacionales – por las perspectivas de agotamiento de las reservas en el mediano plazo, así como el incremento sostenido de la demanda mundial por nuevas fuentes de energía.

1. ¿Qué son los combustibles alternativos?

Los combustibles considerados alternativos son carburantes útiles para sustituir a los combustibles fósiles (o derivados del petróleo). El propósito de su uso es que

⁸ Algunos medios como el periódico *Excélsior* (16/01/2017) habían mencionado ya este debate. "Ante el 'gasolinazo', conoce las alternativas energéticas: El aumento en el precio de los combustibles fue el parteaguas para mirar a diversos emprendedores mexicanos; lamentablemente, algunos han quedado en el olvido" (en línea: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/01/16/1140089>)

tienden a ser más económicos y ecológicos que los combustibles tradicionales. No obstante, no han alcanzado aún la potencia de los primeros; es una tecnología en desarrollo. En un futuro cercano podrían superar a la de los derivados del petróleo.

El uso de energías renovables y de combustibles alternativos se está volviendo de una manera progresiva, aunque muy lentamente, en los objetivos del desarrollo de las grandes agencias internacionales, con la aplicación de nuevos métodos y herramientas tecnológicas de punta. Para ayudar al lector a comprender este aspecto, se presenta la lista de los principales combustibles alternativos biológicos:

- ✓ **Biocarburante:** Combustible tanto líquido como gaseoso consumido por el sector del transporte, obtenido de la biomasa.
- ✓ **Biomasa:** Cúmulo de materia orgánica tanto animal como vegetal a base de los productos y residuos de la agricultura y los residuos industriales y domésticos, todos ellos biodegradables.
- ✓ **Bioetanol:** Etanol obtenido a partir de la fermentación de vegetales ricos en azúcar/almidón.
- ✓ **Biodiésel:** Combustible alternativo a base de éter metílico de calidad diésel producido con aceite vegetal o animal.

Igualmente se distinguen entre los combustibles alternativos biológicos y de otro tipo. Enseguida se hace una lista de ellos:

- ✓ **Biocombustible M4:** Combustible alternativo ecológico compuesto en un 87% de etanol y 13% de una fórmula secreta. Su ventaja es que puede usarse en cualquier motor de gasolina sin necesidad de modificaciones.
- ✓ **Etanol:** Es un combustible alternativo químico usado solo o mezclado con gasolina en diferentes grados. También puede producirse bioetanol con diversos tipos de plantas, pero su costo energético aún es mayor que su beneficio.
- ✓ **Metanol:** Funciona en combinación con otros carburantes convencionales, principalmente con gasolina. Sin embargo, tiene más inconvenientes que el etanol a la hora de fabricarlo.

- ✓ **Gas natural vehicular (GNV):** En menor medida, se puede usar licuado. Está compuesto básicamente por metano con un alto índice de hidrógeno por carbono, produciendo así bastante menos CO₂.
- ✓ **Gasógeno:** Se obtiene de un sistema de gasificación, que produce combustible gaseoso a través de combustibles sólidos, como carbón, leña, etcétera.
- ✓ **Hidrógeno:** Con muchas ventajas, aunque su tecnología está en desarrollo para hacerlo funcional en los automóviles.

En general, los usos de los combustibles alternativos están aún en proceso y requieren de múltiples apoyos, así como de la decisión de gobiernos nacionales y agencias internacionales, de múltiples intereses creados por las grandes compañías, principales interesadas en utilizar los combustibles fósiles. Centrémonos ahora, después de esta introducción general a los combustibles alternativos, en el que interesa en este documento: el etanol.

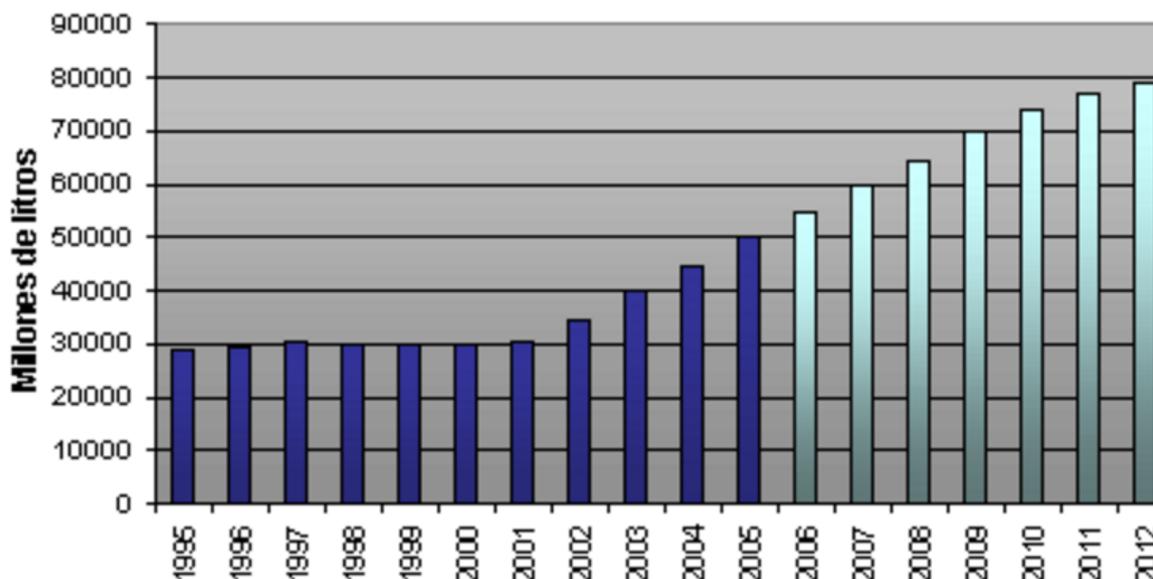
2. El etanol como alternativa combustible

En el mundo los principales productores de etanol son Brasil, Estados Unidos y Francia. Quizás el parteaguas ocurrió en 1997, con el protocolo de Kyoto, el cual entró en vigor –en medio de una discusión internacional– en febrero de 2005.

La producción mundial estimada de etanol para 2005 fue aproximadamente de 50 mil millones de litros, volumen superior en 72.6 y 11.2% al de los años 1995 y 2004, respectivamente.

Es importante destacar que, según las proyecciones realizadas por *World Fuel Ethanol*, la tendencia al alza en la producción de etanol presentada en los últimos cuatro años se mantendría hasta el año 2012, provocando que la producción mundial se incrementara 58.2% hasta alcanzar los 79 mil millones de litros (**Gráfica 2**).

Gráfica 2. Producción mundial de etanol



Fuente: Copello “La industria del etanol”
(en línea: http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_6/etanol.htm)

Ahora veamos las regiones del mundo que dan mayor atención a este combustible alternativo. Brasil es un país pionero, ya que acumula actualmente casi un cuarto de siglo de experiencia en investigación en biocombustibles. Por ejemplo, 20% de sus gasolinas contienen etanol. Sus gobiernos sucesivos han creado una importante infraestructura de distribución de este biocombustible, que cuenta en la actualidad con una red de 25 mil estaciones de servicio para proveer a cerca de 3 millones de vehículos, aproximadamente el 20% del parque vehicular nacional.

Igualmente ocurrió en la Unión Europea en 2005 con la Normativa Comunitaria N° 2003/03/EC, a partir de la cual se estableció una participación de los biocombustibles del 0.75% anual, cifra que pretenden incrementar hasta alcanzar 5.75% en 2010.

Nuestra reflexión nos lleva entonces a preguntarnos concretamente acerca de las características de este biocombustible, lo que haremos en la siguiente sección.

¿Qué es el etanol?

El **etanol** (alcohol etílico) es un compuesto químico⁹ que antes de tener uso ecológico como combustible alternativo, se usa en muchas bebidas alcohólicas como licores, vino y cerveza. También está presente en la composición de algunas medicinas, productos de estética, perfumes, disolventes y desinfectantes.

El etanol como combustible

La utilización del etanol tiene sus ventajas y algunos problemas a superar para optimizar su uso, pues aunque puede ser utilizado en estado puro, generalmente debe ser mezclado con gasolina.

En este último caso el etanol combustible se llama **gasohol** o **alconafta**, diferenciándose por la cantidad de gasolina en la mezcla, 10% y 85%, respectivamente.

Otro uso del etanol es como combustible ecológico, más exactamente como aditivo de la gasolina para vehículos, haciendo de sustituto de los compuestos de MTBE (**éter metil tert-butílico**) para volverlo menos contaminante.

Veamos ahora las ventajas de utilizar dicho biocombustible.

Ventajas ecológicas del etanol como combustible

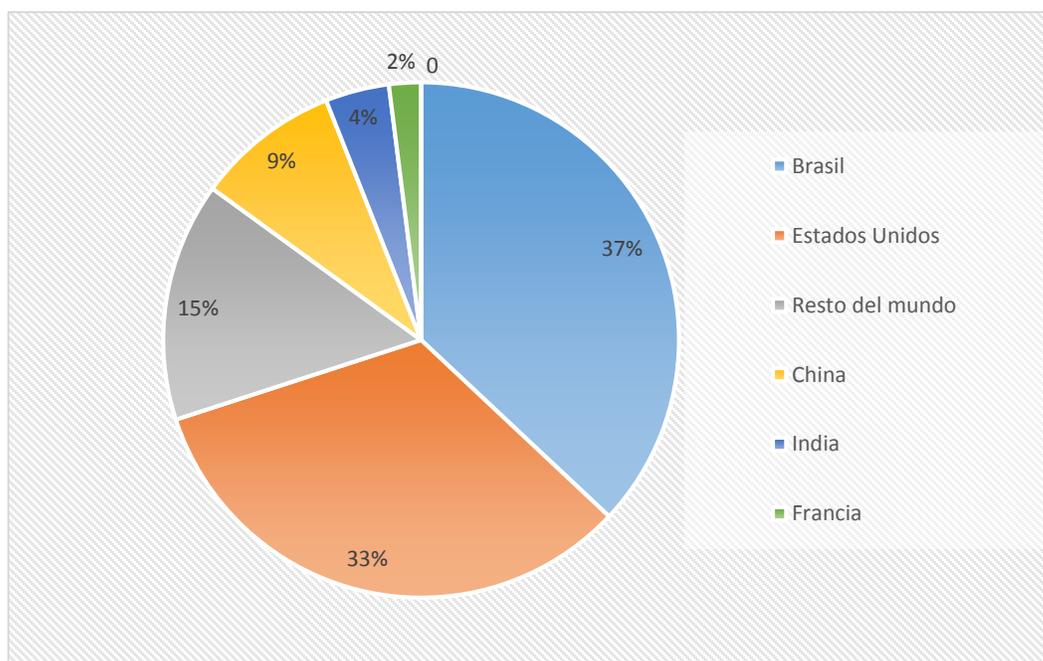
- ✓ El etanol combustible es mucho menos contaminante que los carburantes fósiles.
- ✓ El etanol combustible se puede obtener en cualquier parte del mundo, por lo que no tiene que haber un país dependiente de producciones externas.

⁹ La fórmula química del etanol es **CH₃-CH₂-OH**. Es el principal producto en la composición de las bebidas alcohólicas, incluyendo el vino, con un porcentaje de casi 13%, pero puede superar el 50% en numerosos tipos de licores. **El etanol es un líquido incoloro y altamente volátil** presente en la mayoría de las bebidas fermentadas. Desde antaño se producía etanol a través de la fermentación anaeróbica y posterior destilación de las disoluciones que contenían en su composición azúcar y levadura (*La Guía Química*, 2010).



- ✓ El etanol combustible no conlleva una tecnología muy complicada en su fabricación (tanto en el bioetanol como en el de síntesis química).

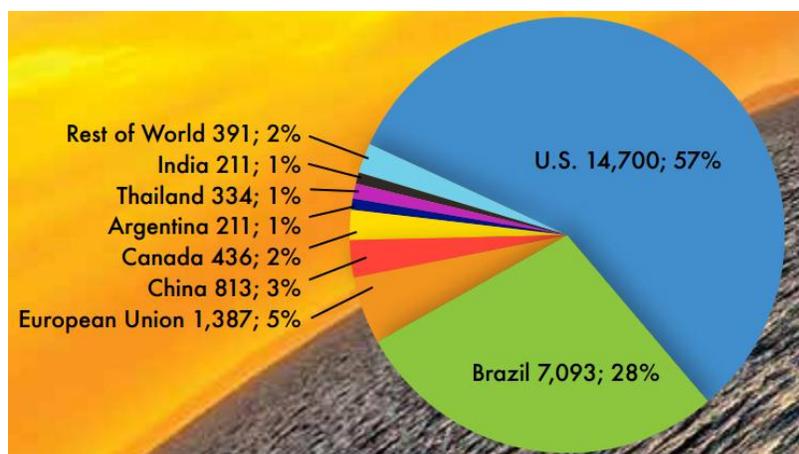
Gráfica 3. Principales países productores mundiales de etanol (2005)



Fuente: elaboración propia con información de Copello, “La industria del etanol”, en línea: http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_6/etanol.htm

Tal como puede observarse en la **Gráfica 4**, la producción mundial de etanol se concentra en Estados Unidos, que ocupó el primer lugar mundial en 2005. Este país pasó de producir 36 3% del etanol a nivel mundial (2005) hasta alcanzar el 57% en 2015. El segundo lugar lo ocupa Brasil, que en 2005 producía 37% del etanol mundial, mientras que en 2015 se redujo a 28%. En una proporción menor, la Unión Europea producía en 2005 el 15%, mientras que en 2015 esta proporción bajó a 5% (**gráficas 3 y 4**).

Gráfica 4. Producción mundial de etanol (2015)



Fuente: Renewable Fuels Association (2016), “Fueling a High Octane Future” [Industry Outlook]. En línea. <http://www.ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2016/02/Ethanol-Industry-Outlook-2016.pdf>

Tabla 3. Costo de producción de etanol en Estados Unidos 2010-2015

	Brazilian Ethanol (FOB Sao Paulo)	U.S. Ethanol (FOB Chicago)	Difference
U.S. Dollar/Gallon			
2010	\$2.82	\$1.83	\$(0.99)
2011	\$3.37	\$2.56	\$(0.81)
2012	\$2.40	\$2.24	\$(0.16)
2013	\$2.34	\$2.23	\$(0.11)
2014	\$2.28	\$2.04	\$(0.24)
2015	\$1.81	\$1.52	\$(0.29)

Fuente: Renewable Fuels Association (2016), “Fueling a High Octane Future” [Industry Outlook]. En línea. <http://www.ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2016/02/Ethanol-Industry-Outlook-2016.pdf>

En la **Tabla 3** se puede apreciar cómo el incremento de la producción de etanol en Estados Unidos ha favorecido una mejora en su precio, por tanto en su accesibilidad. Esto nos lleva a decir que la capacidad instalada es un factor concomitante con el acceso que la población tendría a dicho biocombustible.

Esta reflexión sobre la producción mundial nos obliga a referirnos a lo que ocurre en México, un elemento que será tratado en la siguiente sección.

Empresas o investigaciones sobre el etanol en México

En México se han dado los primeros pasos desde hace algún tiempo para la producción de dichos biocombustibles. En algunos casos, dicho proceso se encuentra en su fase de investigación. Incluso, pueden notarse algunas carencias institucionales respecto al impulso en la investigación, producción y, por tanto, consumo de dicho biocombustible en el parque vehicular del país.

Enseguida pueden mencionarse algunas de las experiencias, empresas o investigaciones que se realizan en México sobre el caso del etanol como combustible alternativo.

Tabla 4. Proyectos que promueven alternativas combustibles en México

Empresario o autor	Empresa	Producto
Gerardo Nungaray Benítez	Eoinova	<p>Es un zacatecano que, después de una investigación que duró una década, descubrió la forma de transformar aceite usado y desechos plásticos —botellas, bolsas— en diésel o gasolina: todos los motores lo pueden utilizar, sin necesidad de aplicarles algún ‘detallito’ adicional. Un día, Gerardo observó a un niño pepenando en la basura...</p> <p>El invento regresa a los plásticos a su estado natural, ya que una base fundamental de estos productos es el petróleo. Nungaray Benítez asegura que la capacidad de producción de la máquina sería de hasta 270 mil litros de gasolina al mes, además de thinner; destacó que el artefacto de refinamiento no contamina al ambiente, pues atrapa el humo generado.</p>
		<p>Primer aditivo natural en México, formulado con alcohol etílico desnaturalizado, obtenido del aprovechamiento sustentable de caña de azúcar nacional, es lo que asegura la empresa a través de su cuenta de Twitter, @BioOxifuel: se trata de otra alternativa ante los precios de los hidrocarburos; además, es amigable con el medio ambiente. El producto posee el reconocimiento de la Secretaría de Energía (Sener).</p> <p>Este proyecto de energía de fuentes renovables ha reactivado la economía de zonas rurales a lo largo y ancho de la República Mexicana, y se trata de un ‘aditivo oxigenante formulado a partir de etanol anhidro, proveniente de la caña de azúcar’: ayuda a reducir la huella ecológica del automóvil, brinda mayor potencia al motor, y es más económico que la gasolina.</p> <p>Oxifuel provee de 113 puntos de octanaje, favoreciendo a la combustión y a una menor emisión de smog. Este combustible es más limpio que la gasolina y</p>

		<p>proviene de fuentes renovables, por lo que no acarrea toxicidad alguna. La empresa tiene, entre otros objetivos, fungir como motor de desarrollo económico en zonas rurales de México”.</p> <p>El proceso de Oxifuel inicia desde la siembra de la caña, donde se realizan las labores de cultivo pertinentes; se cosecha y se transporta; la materia prima se manda a batey; se muele, se fermenta, se destila, se deshidrata, se almacena, se transporta, se envía a las terminales de resguardo, se distribuye en una estación de servicio, para así llegar al consumidor.</p> <p>La empresa cuenta con 57 establecimientos en todo México, y pretende llegar a 120 unidades de distribución. Con un precio de 13 pesos por litro, Oxifuel es vendido actualmente en Veracruz, Oaxaca, Estado de México, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. Asimismo, la firma contribuye a la seguridad energética del país”, asegura en su página oficial de internet, www.oxifuel.com.mx.</p> <p>En este sentido, la organización firmó un contrato con Petróleos Mexicanos (Pemex) para concretar la venta de etanol carburante a la paraestatal en Veracruz; desde 2015 Oxifuel busca trasladar etanol a la Península de Yucatán: realiza los trámites ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) para abrir otra estación de servicio.</p>
<p>Jorge Vázquez (IPN) y Adalberto Gómez (UACH)</p>	<p>IPN y UACH</p>	<p>Un combustible que se obtiene al fermentar los restos del nopal en condiciones anaeróbicas, produciendo volúmenes significativos de gas. Los autores del proyecto fueron estudiantes de la Preparatoria Oficial 19 del municipio de San Martín de las Pirámides, Estado de México. Los alumnos Sonia Elvira Zamora, Lucero Martínez y Jesús Martínez recolectaron los residuos del nopal para obtener el mucílago.</p> <p>El mucílago es la base de este biocombustible, y el etanol se consiguió a través de reacciones químicas como la hidrólisis ácida y la fermentación —muy común en los ejemplos anteriores—. Posteriormente, al mucílago se le añadió ácido sulfúrico y se le sometió a altas temperaturas; los enlaces químicos se rompen y se extraen azúcares libres”.</p> <p>Asimismo, el proceso de fermentación natural se realizó con levadura de uva morada, separando las diversas sustancias del etanol a través de la destilación simple. Como paso final se aplicó una cromatografía de gases para conocer los índices de alcohol, agua y demás elementos para evaluar el grado de etanol en la mezcla.</p> <p>Los estudiantes obtuvieron dos mililitros de biocombustible por 100 gramos de mucílago proveniente de los residuos del nopal, pero pretendían mejorar el proceso de obtención. El proyecto ganó en la Muestra de Ciencia y Tecnología 2011, organizada por el Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (Comecyt)”.</p> <p>Se preveía que esta campaña de combustible fuera ampliamente aprovechada en México por la producción de nopal que posee el país. No se sabe qué fue del proyecto.</p>

Fuente: Elaboración con información de *Excélsior* (16/01/2000).

Podría resumirse que todo ello requiere de una atención aún mayor por parte de instituciones, el interés de empresarios y, también, que la práctica de los usuarios de vehículos esté relacionada con una clara y firme conciencia ambiental.

Sin embargo, el etanol no es el único combustible alternativo que se produce en México. Existen otros, que serán tratados a continuación, que pueden abrir el

panorama respecto a dichas posibilidades ecológicas. Un caso particular de combustible alternativo es el hidrógeno.

3. El hidrógeno como combustible: ventajas

El sector del automóvil es uno de los principales interesados en el desarrollo de los sistemas de almacenamiento de hidrógeno, ya que es consciente de que la dependencia del petróleo puede perjudicar el crecimiento del sector.

La actual producción de dicho combustible hace que sea caro aún el acceso a los consumidores, así como por la falta de infraestructura, que dificulta su manejo operativo. Lo ideal sería que los automóviles pudieran recargar el hidrógeno de un modo rápido y sin riesgo de explosión alguno.

Ventajas ecológicas del hidrógeno como combustible

- ✓ Es un recurso muy abundante.
- ✓ Es ecológico, ya que no libera CO₂ en su utilización.
- ✓ El hidrogeno como combustible tiene una gran eficiencia o rendimiento.

En varias universidades europeas está investigando sobre las propiedades del hidrógeno como combustible.

Tabla 5. Algunos casos de investigación europea sobre hidrógeno

Universidad	Temática de la investigación sobre hidrógeno
Ohio University	Se está investigando en la producción de hidrógeno a partir de la orina (aguas residuales), ya que sería más barato que a partir del agua.
Universidad de Rice	Los estudios sobre el hidrógeno como combustible se centran en unas cápsulas de carbono, llamadas <i>buckybolas</i> , capaces de contener cantidades ingentes de hidrógeno.
Newcastle y Liverpool Universities	Se ha estado investigando en sistemas nanoporosos y en otros que permitan almacenarlo incluso en hojas de papel.

Universidad Técnica de Dinamarca	La idea sería concentrar el hidrógeno en un comprimido en forma de amoníaco, atrapado en una sal de cloruro de magnesio capaz de liberar el hidrógeno del modo más conveniente.
Arizona State University	Se investiga el modo de almacenar hidrogeno en una solución alcalina de borohidrato al 30%.
Universidad Autónoma de Madrid	El grupo de Materiales de Interés en Energías Renovables investiga la acumulación de hidrógeno en materiales como el magnesio, ya que es barato, abundante y puede absorber grandes cantidades de hidrógeno.
Centro de Física de Materiales, San Sebastián	Está experimentando con nanocuernos de carbono en lugar de los tradicionales nanotubos. Estas estructuras porosas permiten absorber gran cantidad de hidrógeno y liberarlo cuando se necesite, de forma controlada.
Universidad Pública de Navarra	Se investiga con carbones activados, zeolitas y arcillas apiladas y un sistema de almacenamiento basado en la fisisorción, cuya eficacia energética puede ser mayor que las anteriormente citadas.

Fuente: elaboración propia con información de *European Comission, Education and Training* (en línea: <http://ec.europa.eu/education/>)

Desventajas o peligros del hidrógeno como combustible

Su almacenamiento. A temperatura ambiente es excesivamente voluminoso y para mantenerlo a -253 °C se necesita un alto consumo de energía.

En el mismo sentido que los anteriores, otro caso del combustible alternativo es el gas natural vehicular (GNV).

4. ¿Qué es el GNV?

El gas natural vehicular, conocido como gas metano, es usado en las cocinas de las casas: es una mezcla de propano y butano. Estos últimos tienen mayor densidad de humedad que el metano no posee, lo que permite una gran diferencia de almacenaje en metros cúbicos al comprimir el gas, con lo que se obtiene mucha más autonomía en los automóviles con motor que utilizan el GNV.

¿Cómo se obtiene el gas natural vehicular?

El gas natural para convertirlo en GNV se encuentra en yacimientos en el subsuelo, en zonas porosas de determinadas rocas y estructuras geológicas. La extracción de este combustible alternativo es muy similar a la del petróleo. Existen tres tipos de gas natural según las características en que se encuentren en los yacimientos:

- ✓ Gas seco o libre: Cuando el gas se encuentra puro sin mezclar con otros gases.
- ✓ **Gas asociado:** Se encuentra con el petróleo y luego se separan.
- ✓ **Gas húmedo:** El que se halla mezclado con otros hidrocarburos en estado líquido.

El gas natural sufre un procesamiento (en los dos últimos casos) a través de complejos criogénicos (tratamiento a bajas temperaturas). Éstos consisten en una serie de plantas de las que se extrae el gas natural, separándolo de otros gases por las diferentes temperaturas que condensan y se licua cada uno de ellos; luego se comprimen, obteniendo así el GNV para poder utilizarlo.

¿Cómo se transporta y almacena el GNV?

Una vez procesado el gas natural, es transportado a través de un gasoducto, un tubo subterráneo, que lo traslada hasta las estaciones de servicio de los vehículos.

Este combustible alternativo se almacena a altas presiones en cilindros de acero acondicionados para este fin, en los lugares de consumo como GNV.

Ventajas del gas natural vehicular

El GNV cuenta con ventajas no sólo medioambientales, sino técnicas y económicas. Estas son las más importantes:

- ✓ Tiene un **costo de producción menor**.
- ✓ Supone una ventaja en el **ahorro del mantenimiento vehicular**, ya que el sistema de escape, carburador, bujías, además del lubricante, prolongan bastante su vida útil.

- ✓ **Es ecológico** porque sus emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) se reducen en más de 85% y el monóxido de carbono (CO) en 25% menos. No desecha dióxido de azufre (SO₂).
- ✓ **Lanza al aire plomo sin trazas** de metales pesados ni partículas sólidas. Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) son de 40 a 50% menos que el carbón y de 25 a 30% menos que el petróleo.

Además, permite el reciclado de los antiguos vehículos de gasolina en coches de GNV. La modificación de los motores es simple, aunque la inversión puede resultar costosa; se amortiza pronto con el ahorro económico del carburante.

Desventajas del gas natural vehicular

Las principales desventajas son las siguientes:

- ✓ Los vehículos con gas natural vehicular sufren una **pérdida de potencia** de alrededor del 10%.
- ✓ El contenedor del gas supone un mayor peso y espacio. Esto es un problema para vehículos pequeños.
- ✓ **No es de los menos contaminantes.**
- ✓ Su obtención también supone perforar la tierra y usar las mismas técnicas que para extraer el petróleo.
- ✓ El 42.5% está en Oriente Medio, el 56.7% en Rusia y alrededores. El resto en pequeñísimas cantidades distribuidas por todo el mundo.

El siguiente biocombustible alternativo que se propondrá en este documento es el micodiésel, el cual trataremos enseguida.

5. ¿Qué es el micodiésel?

El micodiésel debe su nombre a unos hongos descubiertos por investigadores estadounidenses de la Universidad del Estado de Montana en Bozeman. Este hongo crece en los bosques de la Patagonia, región de Sudamérica en la zona más

austral entre Argentina y Chile. Al hongo productor se le ha denominado *Gliocladium roseum* y vive dentro de unos árboles llamados Ulmo.

Este combustible alternativo se obtiene de los gases emitidos por los hongos a través de la fermentación de la celulosa de los árboles en que viven.

¿Cómo se obtiene el micodiésel?

Se obtiene a través de la fermentación o la descomposición de materia orgánica que generan los gases del hongo mencionado. La particularidad de estos vapores es su composición química, la cual es idéntica a la del diésel, incluso de mejor calidad.

Ventajas del micodiésel

El micodiésel **es mucho más limpio** debido a la combinación de alcoholes y esteroides. El micodiésel es el combustible alternativo más eficaz frente a los biocombustibles que están en uso actualmente. Otra ventaja es que en su producción se eliminan varios procesos químicos y la preselección de los materiales orgánicos a procesar, con lo cual también sería el carburante más económico y ecológico que el resto de su tipo.

Desventajas del micodiésel

Se están estudiando sistemas que podrían ayudar en la producción de este biocombustible, como es el caso de los recientes descubrimientos en tecnologías para la fermentación y la manipulación genética. En palabras de uno de los investigadores principales, Gary Strobel, podría ayudar a mejorar el campo. “De hecho, los genes de los hongos son tan útiles como los hongos en sí mismos para el desarrollo de nuevos biocombustibles”.



El último biocombustible alternativo que trataremos en este documento es el biodiésel, en la siguiente sección.

5. ¿Qué es el biodiésel?

Es un biocombustible. El biodiésel es un combustible para vehículos que intenta sustituir a los combustibles fósiles que empiezan a escasear y es más fácil de obtener, pues se produce a través de plantas y restos vegetales.

Cómo se obtiene el biodiésel

El biodiésel se obtiene con la generación de una reacción química para producir una fermentación utilizando un ácido carboxílico, un alcohol, grasas vegetales y animales.

Para la obtención de los elementos vegetales se recurre a cultivos de determinados vegetales ricos en sustancias oleosas naturales como los girasoles. El resultado de esta fermentación puede ser combinado en diferentes grados con gasóleo refinado del petróleo o puede ser utilizado puro.

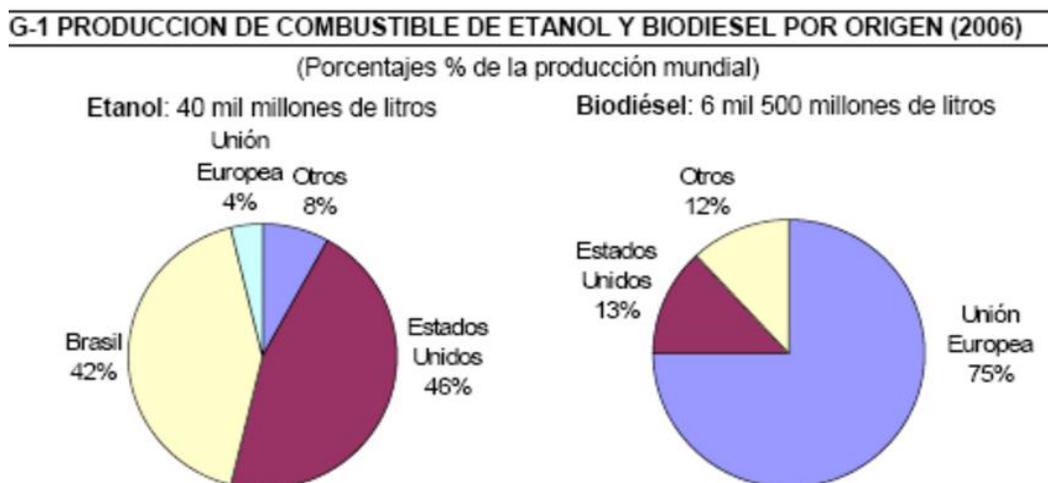
También se puede fabricar el biodiésel con menos inconvenientes ecológicos reciclando desechos de aceites de frituras de los restaurantes, de los desperdicios del aceite de pescado, de las enlatadoras, etcétera, pero sería para cantidades a muy poca escala, como para usos de calefacción.

Inconvenientes del biodiésel

Uno de los inconvenientes del biodiésel es que **la fabricación a gran escala causaría un aumento de la deforestación de los bosques** y la eliminación de terreno agrícola para destinarlo a plantaciones de monocultivos de materia prima para obtener este combustible alternativo.

Otro inconveniente del biodiésel es que **tiene un margen de vida escaso**: se degrada en muy poco tiempo, lo cual obstaculiza su almacenamiento, por lo que ha de consumirse en un tiempo predeterminado tras la fabricación.

Gráfica 5. Producción mundial de etanol y biodiésel 2006



Fuente: Medina, G. *et al.*, “Biocombustibles”, en línea:
<https://quimica-biologia-12-13.wikispaces.com/Biocombustibles>

Consideraciones generales

En este documento hemos presentado algunas opciones de combustibles alternativos, a manera de propuesta al debate que se desarrolla en el país sobre el uso de combustibles fósiles, específicamente la gasolina.

Los aumentos a los precios de los combustibles han sido siempre ocasión de inconformidades sociales, particularmente en un mundo con mayoría urbana, que se expande como modo de vida generalizado. El uso del transporte individual es sinónimo de clase media, de estatus y de una movilidad eficiente.

Contrario a todas las alertas que intelectuales, políticos o instancias internacionales han hecho sobre el uso excesivo del automóvil y sus repercusiones ecológicas, el modo de vida “vivir con automóvil” está constantemente legitimándose en todas partes del mundo.

En la coyuntura mexicana, el incremento a los precios de las gasolinas es una buena ocasión para reflexionar sobre las particularidades ecológicas y acerca de las alternativas que pueden encontrarse de manera relativamente fácil al uso intensivo de los combustibles fósiles.

En este documento se intentó mostrar en qué medida existen otras alternativas en México al uso intensivo de los combustibles fósiles. Esto sin dejar de lado la relevancia que adquieren en la coyuntura nacional las protestas sociales por una medida que, en la mayoría de los casos, es considerada difícil de asumir.

En los aparatos de gobierno se están tomando varias medidas respecto a la reducción de los usos del combustible fósil, y sobre alternativas ecológicas y sustentables. Quizá falta mucho por hacer, aunque algunos pasos, algunos signos, están en curso. Esperamos que sea para bien del planeta.

Referencias

Expansión (10 de enero de 2017), “Los presidenciables opinan y se confrontan con el ‘gasolinazo’”. En <http://expansion.mx/politica/2017/01/10/los-presidenciables-opinan-sobre-el-gasolinazo-y-el-quehubieranhecho-de-pena>

Juan José Sánchez Ortiz, “El etanol, como combustible alternativo. El etanol (alcohol etílico) es un tipo de alcohol que como combustible alternativo tiene muchos beneficios y algunos inconvenientes por mejorar”. Página web: <http://www.enbuenasmanos.com/el-etanol> (consulta: 12 de enero de 2017).

La guía química (2010), “Etanol: propiedades y síntesis”. En línea [<http://quimica.laguia2000.com/quimica-organica/etanol-propiedades-y-sintesis#ixzz4VPQGll8j>]

Medina. D. *et al.* (s/f), “Biocombustibles”. En línea <https://quimica-biologia-12-13.wikispaces.com/Biocombustibles>. (consulta: 13 de enero de 2017).

Periódico Central (9 de enero de 2017), “Tlaxcala vende combustible ecológico a 13 pesos el litro ¡y no daña los autos!”. En

<http://www.periodicocentral.mx/2017/pagina-negra/vialidad/item/289-tlaxcala-vende-combustible-ecologico-a-13-pesos-el-litro-y-no-dana-los-autos>

Sin Embargo (11 de enero de 2017), “El combustible ecológico de 14 pesos el litro le cambia la vida a un empresario poblano”. En <http://www.sinembargo.mx/11-01-2017/3135197>

Tvpacífico (4 de enero de 2017), “Opinan expertos con Aristegui sobre el Gasolinazo”. En http://tvpacifico.mx/portal/noticias_display/173247/opinan-expertos-con-aristegui-sobre-el-gasolinazo

UN (2008), *World Development Rapport 2008*. En línea.

CENTRO DE
ESTUDIOS SOCIALES Y
DE OPINIÓN PÚBLICA



CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIII LEGISLATURA

www.diputados.gob.mx/cesop

 cesop01

 @cesopmx