



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA
ECONOMÍA**

ANÁLISIS DEL MERCADO DEL PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO, 1996-2015

EMMANUEL MONTERO MONSALVO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Lic. Emmanuel Montero Monsalvo, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participante de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. José Saturnino Mora Flores, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "ANÁLISIS DEL MERCADO DEL PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO, 1996-2015"

y de los producto de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 25 de JULIO de 2017



Firma del
Alumno (a)



Dr. José Saturnino Mora Flores
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: ANÁLISIS DEL MERCADO DEL PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO, 1996-2015 realizada por el alumno: LIC. EMMANUEL MONTERO MONSALVO bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO


Dr. José Saturnino Mora Flores

ASESOR


Dr. Miguel Ángel Martínez Domínguez

ASESOR


Dr. Martín Hernández Juárez

ASESOR


Dr. Ramón Valdivia Alcalá

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Julio de 2017

ANÁLISIS DEL MERCADO DE PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO, 1996-2015

Emmanuel Montero Monsalvo, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

La producción de energía es un elemento determinante para el buen funcionamiento y crecimiento de la economía mundial. El petróleo es la principal fuente de energía para el desarrollo de las actividades humanas en el mundo, debido a que representa el 40.0% de la energía total consumida, sin embargo, su agotamiento es un tema preocupante a nivel global, por lo que durante los últimos veinte años los biocombustibles han adquirido mayor relevancia, aumentando su producción mundial en 220.0% en la última década. El objetivo de este estudio es el de analizar el mercado del petróleo y las gasolinas en México, los factores que lo determinan y los efectos ocasionados por el uso de los biocombustibles dentro del mismo. La metodología utilizada fue el análisis de diversos escenarios de la oferta de petróleo, la cantidad demandada y los precios de las gasolinas derivados de la estimación y análisis de un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, alimentado con series estadísticas de datos de 1995 a 2015 y estimado con el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E). Los resultados mostraron que la oferta de petróleo crudo en México es inelástica (0.0005) a la relación del precio internacional entre el precio del barril del petróleo crudo en el país y; tiene efectos inelásticos y negativos ante el costo de extracción (-0.17) y las reservas probadas en el país (-0.04). La demanda de gasolina nacional es inelástica ante su precio (-0.67) y ante la cantidad de vehículos en México (0.71). Por otra parte, el precio internacional de petróleo crudo se transmite de forma inelástica (0.87) en el precio del barril del petróleo crudo nacional. El saldo de comercio exterior de gasolina en México, calculado como importaciones menos exportaciones, se puede abatir más con la cantidad producida internacional de petróleo y con la oferta de crudo en México. Por otra parte,

la cantidad ofertada de petróleo crudo en México se vería reducida en 117,060 barriles anuales si prevaleciera el precio medio del barril del petróleo crudo en el país. Ante un aumento en el precio internacional de las gasolinas, la cantidad demandada en México se vería reducida en un 6.47%. El aumento de 4.2% esperado en la demanda de los biocombustibles en México derivado de las reformas a la NOM-016-CRE-2016, causaría un aumento en los precios nacionales de las gasolinas de hasta el 6.2%.

Palabras clave: oferta, demanda, precio, petróleo, gasolina, biocombustibles.

OIL AND GASOLINE MARKET ANALYSIS IN MEXICO, 1996-2015

Emmanuel Montero Monsalvo, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

Energy-related activities are determinant elements for the good performance and growth of the world economy. Oil is the main source of energy for the development of human activities in the world, because it represents 40.0% of the total energy consumed, however, its exhaustion is a matter of globally concern, so during the last twenty years biofuels have become more relevant, increasing their world production by 220.0% in the last decade. The objective of this study is to analyze the oil and gasoline market in Mexico, the factors that determine it and the effects caused by the use of biofuels within it. The methodology used was the analysis of various scenarios of the oil supply, quantity demanded and prices of gasolines derived from the estimation and analysis of an econometric model of simultaneous equations fed with statistical series of data from 1995 to 2015 and estimated with the two-stage least squares method (MC2E). The results showed that the supply of crude oil in Mexico is inelastic (0.0005) to the ratio of the international price between the price of the crude oil barrel in the country and; has inelastic and negative effects in the face of the extraction cost (-0.17) and proven reserves in the country (-0.04). The demand for domestic gasoline is inelastic regarding its price (-0.67) and the number of vehicles in Mexico (0.71). On the other hand, the crude oil international price is transmitted in an inelastic way (0.87) in the price of the national crude oil barrel. The gasolines foreign trade balance in Mexico, calculated as imports minus exports, can be further reduced by the oil international production and the Mexico crude oil supply. In addition, the quantity of crude oil offered in Mexico would be reduced by 117,060 barrels per year if the average price of crude oil barrel in the country prevailed. Faced with an increase in the international price of gasoline, the quantity demanded in Mexico would be reduced by 6.47%. The expected 4.2% demand increase

for biofuels in Mexico because of the reforms to NOM-016-CRE-2016 would lead to an increase in domestic gasoline prices up to 6.2%.

Key words: offer, demand, price, crude oil, gasolines, biofuels.

DEDICATORIA

A mis padres, a mi hermana, a mi familia, a mi novia, a mis amigos y a Dios; por estar siempre conmigo y darme todo para tener esta vida plena y feliz que hoy disfruto.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haber financiado mis estudios e investigación de maestría.

Al Colegio de Postgraduados y al Programa de Economía, que han apoyado e impulsado mi desarrollo intelectual y profesional.

Al Dr. José Saturnino Mora Flores, gracias por haber sido mi profesor consejero en estos dos años, por reafirmar mi amor por la matemática, por enseñarme que las cosas se hacen haciéndolas, por apoyarme, por impulsarme, por su paciencia, amistad y confianza.

Al Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, por su apoyo en todo momento, por sus enseñanzas en econometría y macroeconomía, por su amistad y por enseñarme que todo es fácil teniendo una mente brillante.

Al Dr. Martín Hernández Juárez, por su apoyo incondicional, por su amistad, por su paciencia y motivación, por su profesionalismo y por enseñarme que la grandeza de una persona se mide por su humildad.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, por su disposición en todo momento, por su apoyo, por las pláticas y por los consejos.

A mi padre, por darme el mejor ejemplo que un padre le puede dar a su hijo: la responsabilidad, el trabajo y la disciplina. Gracias por las pláticas nocturnas y los consejos certeros. Gracias por las risas, las ocurrencias y por tu amistad. Gracias por todo.

A mi madre, por acumular tanto amor en tan pequeño envase. Por ser mi amiga y confidente, por ser la persona más noble y bella que jamás conoceré. Gracias por todo.

A mi hermana, por la felicidad que le das a mi vida, por tu apoyo desde siempre, por tu carisma, por enseñarme que mi paciencia puede ser infinita y por ser siempre mi compañera incondicional. Eres la mejor hermana.

A mi novia, por su amor, confianza y apoyo, por darme todo y siempre estar conmigo y para mí. A su familia, que también son mía, por todo el apoyo, las risas, los buenos momentos y por ser parte de mi vida.

Finalmente, a mis amigos, o lo que en verdad son para mí, hermanos; por siempre estar conmigo ante todo y contra todo, por las locuras, la diversión, la alegría, el apoyo, la motivación, la lealtad y la felicidad.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1. Planteamiento del Problema.....	5
2. Objetivos.....	12
3. Hipótesis.....	12
4. Revisión de Literatura.....	12
5. Literatura Citada.....	18
CAPÍTULO I. ANÁLISIS DEL MERCADO DE PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO, 1996-2015	21
1.1 Resumen.....	21
1.2 Abstract.....	22
1.3 Introducción.....	23
1.4 Materiales y Métodos.....	28
1.5 Resultados y discusión.....	32
1.6 Conclusiones.....	39
1.7 Literatura Citada.....	39
CAPÍTULO II. EFECTOS EN EL MERCADO DEL PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO ANTE EL USO DE BIOCOMBUSTIBLES	45
2.1 Resumen.....	45
2.2 Abstract.....	46
2.3 Introducción.....	47
2.4 Materiales y Métodos.....	53
2.5 Resultados y discusión.....	58
2.6 Conclusiones.....	62
2.7 Literatura Citada.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	
1. Conclusiones.....	68
2. Recomendaciones.....	69

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1 Forma estructural: Coeficientes estimados.....	33
Cuadro 1.2 Forma estructural: Elasticidades calculadas.....	35
Cuadro 1.3 Forma reducida: Elasticidades calculadas del Saldo de Comercio Exterior.	37
Cuadro 2.1 Forma estructural: Coeficientes estimados.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura del modelo estimado.....	55
-------------------------------------------------------	----

INTRODUCCIÓN GENERAL

Uno de los principales factores de la evolución humana ha sido y es, sin lugar a dudas, la energía. Ésta ha hecho posible que el ser humano no solo poblara prácticamente la totalidad de la superficie del planeta, sino que llegara incluso a poner los pies sobre otros planetas. La energía es fuente de calor, de luz, hace posible el desplazamiento y el transporte, el cultivo de alimentos, la fabricación de máquinas, etc. La energía es, en definitiva, fuente de desarrollo.

La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo: trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor, etc. La energía puede manifestarse de distintas formas: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, etc., existiendo la posibilidad de que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía: “La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma” (Difiglio, 2014)

Prácticamente toda la energía de que disponemos proviene del Sol. El Sol produce el viento, la evaporación de las aguas superficiales, la formación de nubes, las lluvias, etc. Su calor y su luz son la base de numerosas reacciones químicas indispensables para el desarrollo de los vegetales y de los animales, cuyos restos, con el paso de los siglos, originaron los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural.

Durante casi toda la historia de la humanidad, el hombre ha utilizado las energías renovables como fuente de energía; no es hasta después de la revolución industrial cuando se inicia la utilización generalizada de los combustibles fósiles. Este último periodo, de unos 200 años, se ha caracterizado por un consumo creciente e intensivo de energía que prácticamente ha acabado con los combustibles fósiles. Así mismo, dicho periodo representa un lapso muy pequeño en el conjunto de la historia de la humanidad, cuyo comienzo se puede cifrar hace unos 200,000 años, si se considera desde el hombre de Neandertal, o unos 40,000 años, si se considera desde el hombre de Cromañón. El hombre de las cavernas era esencialmente carnívoro; la única energía de la que disponía era su propia fuerza muscular, que utilizaba, fundamentalmente, para cazar alimentos. Con el descubrimiento del fuego el hombre primitivo pudo acceder, por primera vez, a algunos servicios energéticos como cocinar, calentar la caverna y endurecer las puntas de sus lanzas.

Hace unos 8,000 años el hombre comenzó a explotar la tierra con fines agrícolas y ganaderos y aprendió a domesticar animales de tiro, por lo que ya no tuvo que valerse sólo de su fuerza muscular. Cuando ni su propia fuerza muscular, con la ayuda de la de los animales, fue suficiente para satisfacer las crecientes demandas energéticas de las sociedades en expansión, apareció la esclavitud, con lo que pasó a utilizar la energía de muchos hombres al servicio de un número reducido de hombres libres. Hace unos 2,000 años el hombre comienza a utilizar fuentes energéticas basadas en las fuerzas de la naturaleza, como es la del agua y, hace unos 1,000 años, la del viento. Aparecen así los molinos de agua, primero, y los de viento, después, que se utilizaron en sus orígenes para moler grano.

Hacia finales del siglo XVIII se produjo un hecho trascendental: la invención de la máquina de vapor, un dispositivo que permitía convertir el calor en fuerza mecánica, es decir, se quemaba el carbón, produciéndose calor, que es utilizado para evaporar agua; el vapor a su vez se utiliza para accionar dispositivos mecánicos.

Con la máquina de vapor llegó la 1ª revolución industrial, que tuvo enormes repercusiones en el ámbito social y económico. Estas máquinas utilizaban carbón como fuente de combustible y representaron el comienzo de la era fósil, generalizando el consumo de los combustibles del mismo origen. A diferencia de las corrientes de agua y de los vientos que accionaban los talleres preindustriales, el carbón era una fuente de energía que se podía trasladar de un lugar a otro. La máquina de vapor, por lo tanto, permitió instalar industrias en nuevos lugares. Hizo posible un enorme desarrollo del transporte por medio de locomotoras y barcos de vapor que usaban carbón. Esto favoreció el comercio, la migración y las comunicaciones. Así mismo, permitió mecanizar gran número de tareas y aumentar la producción, por ejemplo, en telares, arados, segadoras, etc.

Casi un siglo después de las primeras máquinas de vapor empezó a introducirse una nueva forma de energía: la electricidad. Este hecho abrió a la humanidad nuevos horizontes. Ya no era necesario que el lugar del consumo de la energía fuese el mismo en el que se generaba y, además, esta forma de energía se podía transformar fácilmente en luz, en calor, en frío, en movimiento, en energía mecánica, etc., pero no es hasta finales del siglo XIX cuando se introdujo en la vida cotidiana.

En la segunda mitad del siglo XIX aparecieron los primeros motores de combustión interna y, con ellos, los automóviles, y en el último tercio de ese siglo se comenzaron a emplear como combustible el petróleo y sus derivados. En la primera mitad del siglo XX se inició la explotación del gas natural, y a partir de los años 50 se pusieron en funcionamiento las primeras centrales nucleares. Todo este intervalo de tiempo se caracterizó por la búsqueda de nuevos artificios y combustibles que facilitaran el trabajo del hombre y mejoraran su nivel de vida, pero también por un crecimiento del consumo energético, al principio lentamente y en los últimos doscientos años de forma más rápida, coincidiendo con un aumento de la calidad de vida de los denominados países desarrollados. Problemas derivados de este cambio de modelo energético han sido el incremento de la contaminación, el aumento de las desigualdades sociales y el aumento de las diferencias entre los países pobres y ricos.

Las fuentes de energía pueden clasificarse, atendiendo a su disponibilidad, en renovables y no renovables. Las energías renovables son aquellas cuyo potencial es inagotable, ya que provienen de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua, como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de la Luna. Son fundamentalmente la energía hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica y las marinas. Las energías no renovables son aquellas que existen en la naturaleza en una cantidad limitada. No se renuevan a corto plazo y por eso se agotan cuando se utilizan. La demanda mundial de energía en la actualidad se satisface fundamentalmente con este tipo de fuentes energéticas: el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio.

Desde el punto de vista de la utilización de la energía, se puede clasificar la energía en primaria, secundaria y útil. Energía primaria: es la que se obtiene directamente de la naturaleza y corresponde a un tipo de energía almacenada o disponible, como por ejemplo el petróleo, el carbón, el gas natural, el uranio y las energías renovables. Energía secundaria, también conocida como energía final: se obtiene a partir de transformaciones de la energía primaria; ejemplos de esta categoría son la electricidad o la gasolina. Energía útil: es la que obtiene el consumidor después de la última conversión realizada por sus propios equipos de demanda, como por ejemplo la energía mecánica gastada en un motor, la luminosa en una bombilla, etc. Algunas energías primarias pasan directamente a energía útil, sin transformarse previamente en energía secundaria.

A nivel mundial, la mayor parte de la energía consumida se dedica a la producción de electricidad y al transporte, este último sector muestra una tendencia a la alza. Un contexto muy

diferente se vive en los países en vías de desarrollo, donde casi 2,000 millones de personas no tienen acceso a la electricidad. El consumo de energía en estas zonas se limita principalmente al uso de la leña, que se utiliza, sobre todo, para cocinar los alimentos. El consumo energético en estas áreas es muy pequeño en comparación con el de los países desarrollados.

Las consecuencias positivas que ha tenido el consumo de energía han llevado de la mano otras negativas que, por lo general, no han sido valoradas. En concreto, estos impactos no se han tenido en cuenta en las valoraciones económicas, de forma que los costos de la energía que se manejan habitualmente tratan a los recursos de la atmósfera, los océanos, los ríos, la tierra, etc. como si fueran gratuitos. Con ello se externalizan o transfieren al medio ambiente los costos que representan la contaminación de la atmósfera, del agua y de los terrenos, el ruido y el agotamiento de los recursos naturales. El medio ambiente carga con esos costos en forma de daño contra la salud y los ecosistemas. Esta situación ha contribuido negativamente al desarrollo de las energías renovables, en la medida en que sus ventajas y su costo real no han sido adecuadamente considerados en los procesos de toma de decisiones.

El desarrollo sostenible ha sido definido por la Comisión Mundial para el Medioambiente y el Desarrollo de la ONU como aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta opción se basa en la idea de que es posible conservar el capital natural y cultural de un territorio sin comprometer su desarrollo presente y futuro. El mantenimiento del sistema energético actual durante un plazo de tiempo de una o dos generaciones es, simplemente, insostenible porque está agotando las reservas de combustible, contribuye al efecto invernadero, a la contaminación local, a la lluvia ácida, a la deforestación, origina riesgos para la paz mundial, entre otras.

El sistema energético actual está fundamentalmente basado en los combustibles fósiles. El ritmo de consumo es tal que en un año la humanidad consume lo que la naturaleza tarda un millón de años en producir, por lo que el posible agotamiento de las reservas existentes es una realidad que no admite discusión. La posibilidad de agotamiento del petróleo y del gas natural será una realidad en el plazo de una o dos generaciones. Las reservas de carbón son menos limitadas, y menos aún si se incluyen los carbones de muy mala calidad. Sin embargo, este combustible es

altamente contaminante, de forma que su utilización estará condicionada al desarrollo de tecnologías más limpias para la quema del carbón.

Mucho antes del agotamiento de los recursos convencionales se están produciendo tensiones en los precios del petróleo, ante la falta de capacidad mundial para mantener el ritmo de crecimiento de la producción que sería necesario para satisfacer la demanda.

1. Planteamiento del problema

La importancia económica de todas las actividades vinculadas con la energía trasciende los límites sectoriales para convertirse en elemento determinante de la competitividad de la economía. La economía mundial basa su desarrollo fundamentalmente en la industria petrolera, debido a las características de sus derivados y transformaciones químicas, que permiten el desarrollo y el crecimiento de la sociedad actual (Pérez y González, 2015). El petróleo es la principal fuente de energía en el mundo, representando alrededor del 40% de la energía total consumida, debido a su combinación única de atributos como la accesibilidad, versatilidad, facilidad de transportación y, en muchas regiones, costos bajos (OPEC, 2004). Las principales actividades económicas que demandan este recurso son el transporte (56%), la industria (incluidas la manufacturera, agricultura, minería y construcción) (33%), el uso doméstico (7.0%), y los usos comerciales (4.0%). Para 2015 la demanda mundial de este recurso fue de 34,677.9 millones de barriles anuales, que representó el 32.6% de la demanda total de energía para ese año; en segundo lugar se encuentra el carbón con 30.0%, gas natural con una participación del 23.7%, hidroenergía 6.8%, energía nuclear 4.4% y, por último, la energía renovable con 2.5% (PEMEX, 2015). Para el mismo año, la oferta de petróleo en el mundo fue de 29,121.27 millones de barriles anuales, alrededor de 5,556.6 millones de barriles menos que la demanda, siendo los principales productores Rusia (12.85%), Arabia Saudita (12.59%) y Estados Unidos (11.82%) (EIA, 2016).

En 2015 la demanda sobrepasó a la oferta, y la cantidad de recursos es limitada, por lo que las reservas probadas de petróleo toman un papel protagónico en este mercado para satisfacer las necesidades energéticas futuras, de tal manera que son importantes en el desarrollo y estabilidad económica mundial (PEMEX, 2015). Para el año 2015, el total de las reservas probadas de este recurso en el mundo ascendió a 1.70 billones de barriles, lo que alcanzaría para enfrentar la

demanda de aproximadamente 49 años, de acuerdo con el consumo mundial registrado para ese año. Los principales países con reservas probadas de petróleo en el mundo para el año 2015 fueron Venezuela (17.55%), Arabia Saudita (15.67%), Canadá (10.13%), Irán (9.31%) e Irak (8.48%) (BP, 2016).

En los últimos años (2014, 2016), el mercado petrolero ha experimentado una alta volatilidad en sus precios. Los cambios experimentados en la oferta y la demanda han originado cambios sustanciales en el precio del mismo. A dichos cambios les ha seguido, de manera inmediata, una respuesta dinámica dentro de la oferta y la demanda, así como en las actividades de exploración y explotación del recurso (FMI, 2005). Debido a esto, no es raro encontrar incertidumbre en tal sector y, con ello, la generación de inestabilidad económica en algunos países productores de este recurso. Las mencionadas fluctuaciones tienen su origen en diversos problemas para este sector, ya sean de índole político, como la sobreoferta de algunos países, o geológicos como el agotamiento de yacimientos aprovechables.

Desde la segunda mitad del siglo XX se hacía creciente la preocupación sobre un problema que atañía a todo el mundo, pero sobre todo a las principales naciones productoras de petróleo: el agotamiento del petróleo. A partir de la década de 1970, las exploraciones intensivas de las potenciales cuencas convencieron a los geólogos y a las mismas empresas de que existían muy pocos grandes yacimientos explotables de hidrocarburos (con reservas superiores a 500 millones de barriles), sin descubrir en el mundo (López, 2005).

La exploración de petróleo está llegando cada vez a regiones más remotas, donde el crudo es más costoso de extraer, normalmente es de menor calidad y, además, se encuentra en yacimientos más pequeños que los encontrados en décadas pasadas. A lo anterior se debe agregar que la producción actual de petróleo proviene en más de un 60% de campos maduros y en declinación, que tienen más de 25 años de ser explotados de manera intensiva, donde ya se han aplicado métodos de extracción por medio de inyección de agua, de gas y de nitrógeno (López, 2005).

Como consecuencia de todo lo anterior, se tiene que el consumo mundial de petróleo excede a lo que cada año se descubre. La proporción es abismal, se consumen todos los días dos barriles de petróleo por cada barril que se descubre (FCCYT, 2008). Por otro lado, a finales del 2014, Arabia Saudita, en un movimiento político decidió aumentar su producción con el fin de

derrumbar el precio, y así tener una ventaja sobre las economías de otros países productores como Rusia, Irán y Venezuela (EIA, 2017).

Debido a los eventos políticos, los disturbios en la oferta, el índice de la cantidad de recursos descubiertos en relación al consumo, la cantidad de reservas probadas de petróleo y la superación de la oferta por la demanda, el mercado del crudo se enfrentó en épocas recientes a la disminución del precio del petróleo, con lo cual se parecería desmentir la tesis del agotamiento de su producción, la caída estaría señalando abundancia de oferta y, en consecuencia, esa temible traba a la expansión del capitalismo habría sido una ilusión. Sin embargo, el análisis del tema lleva a la conclusión contraria: el agotamiento energético comienza a impactar sobre el conjunto del sistema; el mismo, además, viene acompañado por la declinación de un amplio conjunto de recursos naturales como parte de un proceso mayor que apunta hacia el estancamiento de la economía mundial (Beinstein, 2015).

Según un pronóstico elaborado por la Administración de Información Energética de Estados Unidos (EIA), en el año 2021 se llegaría al máximo nivel de producción con 48,511.00 millones de barriles anuales. Y a partir de ese punto comenzaría el declive. Lo ocurrido desde mediados de la década pasada, específicamente en los tres últimos años, no desmiente, sino que confirma la hipótesis del “peak oil” (cima de la producción mundial de petróleo crudo). El hecho de que la producción no haya caído obedece a la presencia inestable de suministros de altos costos, cuyo techo ya fue alcanzado (por ejemplo, en el caso del petróleo del Mar del Norte), o lo será a mediano plazo (petróleo de esquisto de los Estados Unidos) (Beinstein, 2015).

Actualmente, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC), así como algunos países que no pertenecen a esta organización, han decidido tomar cartas en el asunto, al disminuir la producción de dicho recurso, durante la primera mitad de 2017 para incentivar un aumento en los precios del crudo y poder minimizar los efectos de la crisis mundial (EIA, 2017).

Debido a la crisis dentro del mercado mundial del petróleo, otros mercados se han visto afectados, tal es el caso de los mercados de sus derivados. Dentro de los productos derivados del petróleo hay uno que cobra mayor relevancia debido a su uso en el sector del transporte: la gasolina. Para 2012, la producción mundial de gasolina se situó en 8,167.68 millones de barriles anuales, mientras que la demanda, para el mismo año, fue de 8,194.76 millones de barriles

anuales, 27.08 millones de barriles más que la oferta (EIA, 2013). Por su parte, su precio promedio mundial para el año 2015 fue de 1.30 dólares por litro, 170.73% mayor al mismo precio registrado para el año 2000, que fue de 0.76 dólares por litro (The World Bank, 2017).

Los efectos adversos causados por dicha crisis se agudizan para países que basan sus economías en la actividad petrolera: tal es el caso de México.

El sector energético en México es estratégico para el desarrollo, desde el punto de vista económico y de finanzas públicas, así como para el funcionamiento de las actividades productivas. Además, su desarrollo está íntimamente ligado con el crecimiento económico y social en el país, ya que la energía es insumo en todos los sectores de la economía como el transporte de personas y mercancías, la producción de manufacturas y el funcionamiento de establecimientos comerciales, de servicios, fábricas y hogares (PEMEX, 2015).

Para el año 2015, México ocupaba el 13° lugar en producción de petróleo a nivel mundial con 840.41 miles de barriles anuales, lo que representa el 2.89% de la producción mundial, y el número 17° en cuanto a reservas probadas de petróleo en el mundo (9,800.00 millones de barriles), constituyendo el 0.58% del total mundial para ese año (EIA, 2016).

Debido a la crisis actual y su tendencia a la baja en la producción de crudo, México se ha visto obligado a tomar medidas, dada la reducción de su presupuesto por ingresos petroleros, teniendo que aplicar políticas restrictivas en el gasto. De 2014 a 2017, el Presupuesto de Egresos de la Federación ha disminuido 2.0% en términos reales. Históricamente, cuando México ha experimentado reducciones en el presupuesto, los sectores más afectados son las inversiones (aeropuertos, carreteras e infraestructura en general), factor determinante para el crecimiento de la economía. Aunado a esto se han presentado reducciones en sectores primordiales como el sector salud. Dichos disturbios crean otros problemas como el descontento social, manifestaciones, etc., lo que desincentiva las inversiones extranjeras a futuro en el país.

En México, la empresa paraestatal encargada de esta gestión es Petróleos Mexicanos (PEMEX). El Sector Petrolero contribuye, aproximadamente, con el 33% al presupuesto anual del Gobierno Federal, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013), el cual es utilizado para financiar programas sociales, presupuestos estatales, construcción de hospitales, escuelas, carreteras, infraestructura y el aparato burocrático, entre otros. Sus ventas equivalieron

al 10% del Producto Interno Bruto durante 2012, así mismo, aportó el 38.3% del Ingreso Federal en el mismo año (Pérez y González, 2015).

La producción mexicana de petróleo se enfrenta a un panorama adverso desde hace más de una década, puesto que en 2004 presentó su máximo nivel de producción con 3, 476,000 barriles diarios, y a partir de ese año se han presentado cifras cada vez más pequeñas. Para 2015 la producción mexicana disminuyó de un promedio de 2.30 millones de barriles diarios (b/d) en promedio, a sólo 2.11 millones de b/d al cierre del 2016 (PEMEX, 2016).

Cada mes Pemex registra una menor producción sostenida, que se acerca a niveles de 1980, antes de que se descubriera Cantarell, el mega yacimiento que marcha hacia su extinción, con apenas unos 168,000 barriles al día en 2016, frente a los 228,000 barriles diarios registrados en la media de todo 2015 (PEMEX, 2016). El prodigioso campo petrolero de Cantarell en las aguas someras del Golfo de México, de fácil extracción y bajo costo, llegó a producir más de 2 millones de barriles diarios, cuando México alcanzó su pico de producción histórica con 3.4 millones de barriles al día en el año 2004, para comenzar un declive sostenido (PEMEX, 2016).

Aunque PEMEX es una empresa experta en la extracción y procesado del petróleo; el 76% de su producción proviene del medio marino a poca profundidad. Sin embargo, existen reservas petroleras que se encuentran en lugares difíciles de alcanzar, las cuales requieren tecnologías y más inversión para poder explotarlas. En México durante 2012 se perforaron 6 pozos, cifra que está muy por debajo de los Estados Unidos, donde se perforan 100 pozos al año, por lo que cabe deducir que es el reto más importante para México el explotar los recursos petroleros en aguas profundas y ultra profundas (SRE, 2014).

Otro de los factores que repercute en la economía de México es el precio de la mezcla mexicana de petróleo, el cual ha caído de \$101.96 dólares por barril en 2012, año donde alcanzó su máximo precio, a \$43.29 dólares por barril en 2015, lo que ha traído como consecuencia la reducción de la recaudación de ingresos gubernamentales (SER, 2014).

Aunado a los factores anteriores, que conforman el panorama actual para México dentro del mercado petrolero, es necesario mencionar dentro de ellos al mercado nacional de las gasolinas. Para el año 2014 México ocupaba el 4° lugar en consumo de gasolina a nivel mundial (274.11 millones de barriles), sólo por detrás de países como Estados Unidos, Japón y Canadá (EIA,

2016). Debido a que en el país no se cuenta con la tecnología suficiente para producir la gasolina que se necesita ante la creciente demanda al interior del mismo, y dado que la producción de petróleo nacional ha disminuido, durante los últimos años la cantidad de importación de gasolina se incrementó de 63.4 millones de barriles en 2004 a 135.0 millones de barriles anuales para 2014, representando un aumento del 213.01% en 10 años, siendo los principales abastecedores países como EE.UU., Países Bajos, España, India, Bahamas, Antillas Holandesas, Francia y Trinidad y Tobago (SE, 2016).

Factores como la caída de la producción y el precio del petróleo, las reservas probadas de crudo y el aumento de las importaciones de gasolina afectan tanto al saldo de comercio exterior como a las recaudaciones fiscales por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y, por lo tanto, al Presupuesto de la Federación. Por cada dólar en que cae el precio del barril de petróleo se recorta aproximadamente 300 millones de dólares a la recaudación de la Secretaría de Hacienda (Arriola, 2014). El principal temor es que una exposición prolongada a precios bajos del petróleo tentará al gobierno a endeudarse o seguir subiendo los precios de los derivados, aun cuando la deuda fiscal actual ya es una de las más altas en los últimos años.

Ante la difícil situación dentro del mercado del petróleo y la gasolina se vislumbra una solución alterna, tanto a nivel mundial como nacional: el uso de los biocombustibles. Biocombustible es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible obtenido de la biomasa, nombre dado a cualquier materia orgánica de origen reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado de un proceso de conversión fotosintético; la energía de la biomasa deriva del material vegetal y animal, como la madera de los bosques, los residuos de procesos agrícolas y forestales, de la basura industrial, humana o animal (Hernández y Hernández, 2008).

Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo en combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo o el carbón. Aplicando las técnicas agrícolas y las estrategias de procesamiento apropiadas, los biocombustibles pueden ofrecer ahorros en las emisiones de al menos el 50.0%, comparando con combustibles fósiles como el gasóleo o la gasolina (Hernández y Hernández, 2008). Además, los biocombustibles se producen a partir de cultivos agrícolas, que son fuentes renovables de energía.

El mundo se encuentra frente a una enorme campaña global, cuyo objetivo es incorporar, de la forma más rápida posible, diferentes materias primas tales como: caña de azúcar, soya, maíz, remolacha, etc., a la producción de biocombustibles como substitutos perfectos de los derivados de petróleo. Los biocombustibles de 1ª generación utilizan cultivos específicos como materias primas; los más ampliamente difundidos son el biodiesel y el bioetanol. Este último representa más del 90% del total de biocombustibles que se utilizan actualmente en el mundo (Serna, Barrera y Montiel, 2011). Para el año 2015 la producción mundial de biocombustibles alcanzó la cifra de 10.92 millones de barriles equivalentes de petróleo (Statista, 2017).

Durante 2015 se acordó modificar diversas políticas en materia de biocombustibles alrededor del mundo. En Brasil se redujeron los impuestos para incentivar el uso del bioetanol, así mismo, se incrementó el porcentaje usado del mismo dentro de las gasolinas de 25.0% a 27.0%. En la Unión Europea se aplicaron revisiones por parte de la Dirección de Energía Renovable (RED) y la Dirección de Calidad de los Combustibles (FQD), dando como resultado la implementación de un 7.0% de energías renovables dentro del consumo energético en el sector del transporte. En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) publicó su reglamentación donde se establecieron mandatos de uso de biocombustibles más altos que en los años anteriores (FAO, 2015). Por su parte, en México se amplió el uso de etanol como oxigenante en las gasolinas utilizadas en el sector de transporte de 5.8% a 10.0% mediante las modificaciones a la norma 016 (NOM-016-CRE-2016) de la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Un paso fundamental para maximizar las oportunidades y las ventajas comparativas, es dar seguimiento a los procedimientos de evaluación de impacto económico, que son instrumentos vitales para la toma de decisiones

Por lo anterior, es de suma importancia modelar el mercado del petróleo, la gasolina y los biocombustibles en México, no sólo por la influencia del mercado de los energéticos en la actividad macroeconómica, sino también por la repercusión de la energía en los planes de consumo e inversión de los hogares y las empresas. El costo de la energía y su eficiencia se han convertido en un asunto primario dentro de esos planes (FMI, 2005). Con este panorama actual tan complicado y la incertidumbre ocasionada por la volatilidad de los precios, la reducción en producción de México, la baja calidad de la mezcla mexicana, el agotamiento de los yacimientos,

el incremento del precio y las importaciones de las gasolinas, etc., es necesario para México buscar certeza dentro de este mercado.

2. Objetivos

El objetivo general de este estudio es el de analizar el mercado del petróleo, las gasolinas y los biocombustibles en México, mediante las funciones de oferta y demanda ante la situación mundial actual en esta industria.

Como objetivos particulares se tienen: analizar los factores que determinan los mercados anteriormente señalados, obtener los pronósticos para el mercado mexicano, determinar las tendencias en precios ante los cambios en las funciones de oferta y demanda y poder prever los efectos de las fluctuaciones del mercado del petróleo y la gasolina sobre la economía nacional. Así mismo, pronosticar y analizar los efectos ocasionados por el uso de los biocombustibles dentro de tal mercado para prever de esa forma los efectos de las fluctuaciones del mercado del petróleo y la gasolina sobre la economía nacional.

3. Hipótesis

La hipótesis de la investigación plantea que la oferta mexicana de petróleo es muy poco elástica respecto a los precios del petróleo, debido a los pocos sustitutos que existen actualmente, así mismo, se plantea que la cantidad demandada de gasolina estará determinada en mayor medida por el precio del petróleo crudo en el país, así como por la cantidad registrada de vehículos en circulación en México. Finalmente, se propone que la relación del precio internacional entre el nacional del petróleo son determinantes en el saldo del comercio internacional del mercado de la gasolina en México.

Por otro lado, también se plantea que la oferta de petróleo crudo disminuirá ante el creciente uso de los biocombustibles como energía; así mismo, la cantidad demandada de las gasolinas se reducirá ante cambios en su precio, derivado del aumento del porcentaje de la mezcla de los biocombustibles en éstas y; finalmente, los efectos del incremento en el uso de los biocombustibles en la relación del precio internacional entre el nacional del petróleo provocará una menor cantidad ofertada de petróleo en México.

4. Revisión de literatura

Han sido diversos los autores que han estudiado los mercados del petróleo, la gasolina y los biocombustibles tanto a nivel nacional como internacional. Entre ellos destacan los trabajos realizados por autores como Beinstein (2015), donde obtuvo como resultados que la caída del precio del petróleo durante los años 2013-2014 podía estar seguida, en cualquier momento, por una subida vertiginosa, que a su vez podría ser acompañada luego por una nueva caída, también obtuvo que el mercado del petróleo está determinado por cuatro fenómenos: en primer lugar, el estancamiento económico, que afecta a numerosos mercados; en segundo lugar, las rigideces del propio mercado petrolero incapaz de reaccionar de manera flexible ante desequilibrios entre oferta y demanda, lo que produce saltos y caídas desproporcionados en el precio y; finalmente, obtuvo que todo ello lleva a una volatilidad del precio como expresión de un proceso entrópico más amplio que abarca al conjunto del capitalismo mundial.

Otro trabajo destacado es el de Palomares (2014), donde a partir de una matriz insumo-producto y un modelo de vectores autorregresivos obtuvo como resultados que los precios de las gasolinas son administrados y su política consiste en la aplicación de aumentos periódicos. Así mismo, señala que el precio internacional de referencia de la gasolina en México juega un papel crucial en la determinación de este, ya que si el precio de referencia muestra una alta volatilidad y aumenta en forma sostenida y en una magnitud importante, entonces la política de precios de las gasolinas tiene que ser reajustada, como lo ocurrido en 2008.

En cuanto a la demanda de gasolina destacan a nivel internacional los trabajos realizados por Difulio (2014), donde concluye que si la demanda de crudo no disminuye mucho cuando los precios del petróleo suben, es más probable que se obtengan grandes aumentos en los precios del petróleo para equilibrar el mercado después de un corte de la oferta internacional del petróleo. También, dado que el crudo es un bien intermedio, la demanda de petróleo depende de las compras de productos petrolíferos por parte de los consumidores. Los refinadores seguirán comprando petróleo crudo aun cuando los precios del petróleo aumenten, mientras que los productos derivados del petróleo todavía se pueden vender con un beneficio. De la misma forma, obtuvo que al ser inelástica la demanda de los productos derivados, las refinerías no reducen en gran medida su demanda de petróleo crudo a medida que se haga más costosa. Finalmente, señala que la gasolina es uno de los productos de consumo más importantes producidos a partir

del crudo y, junto con el destilado y el combustible para aviones, estos combustibles constituyen la mayor parte de los ingresos de las refinerías de petróleo.

Así mismo, otros estudios previos encontraron que la elasticidad precio a corto plazo de la gasolina estaba entre 0.1 y 0.3. Por ejemplo, un estudio elaborado por Greening, Greene y Difiglio (2000), señala que la elasticidad estimada de la demanda de viajes, con respecto al precio de la gasolina se encuentra entre 0.1 y 0.25. Otro trabajo realizado por Dahl y Sterner (1991), concluyó que la elasticidad precio de la demanda estimada de la gasolina era 0.26 y que la elasticidad ingreso medio de la demanda era de 0.48. Por su lado, el metanálisis elaborado por Espey (1998), consideró cientos de estudios sobre la demanda de gasolina, la mayoría de los cuales se basaron en datos de los años 1970 y 1980, y encontraron que la gran mayoría (más de 200) estimó la elasticidad-precio de la demanda de gasolina a corto plazo entre 0.0 y 0.25.

La mayoría de las estimaciones de la elasticidad ingreso de la demanda de gasolina se situaron entre 0.26 y 0.50 a corto plazo y entre 0.76 y 1.00 a largo plazo. Espey también encontró que los estudios anteriores estimaron mayores elasticidades de precios a corto plazo que los estudios posteriores, pero no encontraron ninguna tendencia en las estimaciones de elasticidades de ingreso. Sin embargo, el autor observó que las elasticidades de los ingresos eran más altas en los estudios que incluían datos de países en desarrollo y otros fuera de los Estados Unidos, lo que sugiere que los países con menores ingresos y menos autosuficientes tienen una mayor elasticidad de la demanda de gasolina. De ser así, esto tiene implicaciones para la futura demanda de petróleo, ya que los países en desarrollo tienen mayores tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto que los países desarrollados y ayuda a explicar el rápido crecimiento del consumo de petróleo fuera de la OCDE.

Los estudios que analizaron datos más recientes muestran una dramática disminución de la elasticidad-precio a corto plazo de la gasolina. Small y Van Dender (2007), estimaron una elasticidad precio de la demanda a corto plazo de -0.089 usando datos de 1966 a 2001, sin embargo, encontraron que esta disminuía a -0.067 cuando sólo usaron datos de 1997 a 2001.

Hughes, Knittel y Sperling (2013), estimaron que la elasticidad precio cae de 0.222, usando datos de 1975 a 1980, a -0.034, usando datos de 2001 a 2006. De la misma manera, encontraron que la elasticidad ingreso de la demanda incrementa de 0.212 a 0.506 cuando se usan datos de 2001 a

2006. Dichos autores atribuyen la caída de la elasticidad precio de la demanda a corto plazo a diferentes factores como el incremento de las distancias en los viajes debido al desarrollo suburbano, la disminución del uso del transporte público y el incremento de eficiencia automotriz en el consumo de los combustibles.

Otro estudio reciente elaborado por Lin y Prince (2013), incluye un modelo dinámico mediante el que concluyen que la elasticidad precio de la demanda de gasolina a corto plazo pasa de un rango de -0.21 a -0.34 en los últimos años de la década de los 70's a un rango de -0.034 a -0.077 en los primeros años del siglo XXI.

El modelo de Lin y Price, usando datos para Estados Unidos, se enfoca en la relación entre la elasticidad precio de la demanda y la volatilidad del precio de la gasolina. Ellos encontraron que la elasticidad precio es menor durante periodos con alta volatilidad (-0.030), que con menor volatilidad (-0.036). Contrario a esto, Kilian y Murphy (2010), concluyeron que la elasticidad precio de la demanda a mediano plazo es de -0.26, estimación que es mayor que las mencionadas anteriormente. Kilian y Murphy desarrollaron esta estimación usando un modelo en donde los precios del petróleo eran endógenos. Ellos establecieron que los estudios realizados anteriormente al suyo no eran correctos porque no incorporaban a los precios como una variable endógena y, por lo tanto, no podían ser interpretadas como elasticidades. Para transmitir este efecto, Kilian y Murphy introdujeron la elasticidad de la demanda del petróleo respecto al ingreso en la elasticidad precio estimada. El modelo de ecuaciones simultáneas usado por estos autores introduce explícitamente un rezago en la variable del ingreso que transmite un impacto macroeconómico en la demanda derivada de un impacto en el precio del petróleo.

Con todo lo anterior, la elasticidad precio de la demanda estimada del petróleo no es inconsistente con las estimaciones señaladas anteriormente encontradas en los otros estudios, siempre y cuando se reconozca que el ingreso para el periodo anterior no está contemplado en ellos.

Estudios referentes a la elasticidad precio de la demanda de petróleo a corto plazo confirman los resultados obtenidos por los estudios de la demanda de la gasolina. Por ejemplo, Cooper (2003), estima que los países del G7 tienen una elasticidad precio de la demanda de petróleo a corto plazo entre -0.24 y -0.069, mientras que para el resto de los 23 países estudiados el rango se

expande de 0.0 a -0.11. Gately y Huntington (2002), estimaron una elasticidad precio de la demanda de petróleo a corto plazo de -0.05 para los países pertenecientes a la OCDE y -0.03 para los países que no pertenecen a esta organización. Ellos estimaron una elasticidad ingreso de la demanda de petróleo a largo plazo de 0.56 para países pertenecientes a la OCDE y 0.53 para países no pertenecientes. Baumeister y Peersman (2008), reportaron que la elasticidad de la demanda de petróleo decreció de 1970 a 2008. Ellos encontraron que la elasticidad precio disminuyó, en términos absolutos, de -0.05 a -0.15 durante los años 70's, mientras que a inicios de la década de los 80's cayó de -0.01 a -0.02.

Un factor que puede ayudar a explicar estos cambios es la disminución en el uso de petróleo en el sector eléctrico y la calefacción de 1978 a 1985 observada por Dargay y Gately (2010). Ellos señalan que la generación de energía y otros usos estacionarios de los combustibles derivados del petróleo tienen mayores oportunidades de sustituir sus combustibles que en el sector de transporte donde las oportunidades para la sustitución son casi nulas.

Usando diferentes técnicas de estimación, Krichene (2002), encontró una elasticidad de la demanda del petróleo crudo a corto plazo entre -0.005 y -0.02 usando datos de 1973 a 1999. Para el mismo periodo encontró una elasticidad ingreso de la demanda de petróleo a corto plazo entre 1.2 y 1.45. Ghouri (2001), estimó para Estados Unidos una elasticidad ingreso de la demanda de petróleo a largo plazo de 0.98 y una elasticidad ingreso similar para Canadá (1.08) y México (0.84). Askari y Krichene (2010), estimaron la demanda de petróleo crudo y encontraron que la elasticidad precio de corto plazo era muy pequeña e insignificante para varios periodos entre los años 1970 y 2008. Dicho estudio coloca en -0.18 a la elasticidad correspondiente al periodo que va de 1986 a 2001, mientras que para el periodo de 2001 a 2008 la elasticidad es 0.004. La elasticidad precio estimada para 1970 a 2008 y de 1970 a 1986 fue de -0.018. Los autores concluyeron que la demanda de petróleo es sumamente inelástica respecto a su precio, lo que implica que los cambios en los precios del petróleo tienen efectos pequeños en la demanda del mismo bien. Por su parte, grandes incrementos en los precios se traducen en gastos mucho mayores y, por lo tanto, si todo permanece constante, en una reducción de gastos en los productos no petroleros.

Baumeister y Peersman (2010), muestran que la respuesta a corto plazo de la oferta de petróleo se ha vuelto bastante inelástica a los precios a lo largo del tiempo, señalando que la reducción en la elasticidad precio de la oferta hace que las comparaciones intertemporales de los impactos económicos de las alteraciones en la oferta de petróleo sean más difíciles. Como señalan dichos autores, para un desequilibrio entre la oferta y la demanda, el aumento global del precio del petróleo ha de ser significativamente mayor ahora que en el pasado. Esto se confirma con los aumentos de precios altos experimentados durante los períodos de crecimiento económico mundial alto, por ejemplo, a partir de 2002 y 2008, o interrupciones imprevistas del suministro de petróleo.

En cuanto a los biocombustibles, Hernández y Hernández (2008), concluyen en su estudio que para México, los biocombustibles representan en la actualidad una fuente potencial de energía renovable; además de que podrían generar nuevos y grandes mercados para los productores agrícolas. Así mismo, señalan que Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo en combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo o el carbón. Aplicando las técnicas agrícolas y las estrategias de procesamiento apropiadas, los biocombustibles pueden ofrecer ahorros en las emisiones de al menos el 50%, comparando con combustibles fósiles como el gasóleo o la gasolina

Por su parte, en el estudio realizado por Stachett, Rodríguez, Aparecida, Buschinelli, y Ligo (2007), destacan las herramientas para la evaluación de la sustitución de los combustibles fósiles por los combustibles de origen biológico como son los impactos originados por incrementos en la demanda de insumos, recursos y energía, con los riesgos potenciales sobre la calidad del agua y la conservación del hábitat.

A su vez, Chauvet y González (2008), realizaron un estudio donde obtuvieron como resultados que en Brasil, Suecia y Estados Unidos existen 6 millones de vehículos circulando que pueden aceptar mezclas etanol/gasolina de hasta 85%. Así mismo, concluyen que las etapas de procesamiento son distintas dependiendo de la fuente de carbono; así, las tecnologías utilizadas en los procesos de 1ª generación son más simples que las de los procesos de 2ª y sus costos de producción e inversión son menores.

En otro estudio realizado para México por Benavides, Benjumea y Pashova (2007), se obtuvo como resultado que el aceite de higuierilla pertenece al grupo de materias primas consideradas estratégicas para la producción de biodiesel en el país. En lo referente a motores diesel, el biodiesel, dadas las ventajas técnicas, estratégicas y ambientales que ofrece, constituye la mejor alternativa para sustituir parcial o totalmente al combustible de origen fósil.

Finalmente, Gorter y Just (2010), realizaron un estudio donde obtuvieron como resultado que los costos de producción de etanol de maíz en Estados Unidos son muy altos. Del mismo modo, señalan que la brecha entre la intersección de la curva de oferta de etanol y el precio del petróleo crean grandes costos que pueden dañar a todos los beneficios externos.

Literatura citada

Arriola, J. (2014). Oil price fall disrupts Mexico's hedging and threatens spending. Forbes México. En línea en: <https://www.forbes.com.mx/que-implica-para-mexico-la-baja-en-los-precios-del-petroleo/> Fecha de consulta: 12 del 10 del 2016

Askari, H., y Krichene, N. (2010). An oil demand and supply model incorporating monetary policy. *Energy* 35: 2013-2021.

Baumeister, C., y Peersman, G. (2008). Time-Varying Effects of Oil Supply Shocks on the U.S. Economy. Ghent University Working Paper No. 2008/515.

Baumeister, C., y Peersman, G. (2010). Sources of the Volatility Puzzle in the Crude Oil Market. Ghent University Working Paper No. 2010/634.

Beinstein, J. (2015). Crisis petrolera y declinación sistémica mundial. *Mundo Siglo XXI* 36: 13-26.

Benavides, A., Benjumea, P., y Pashova, V. (2007). El biodiesel de aceite de higuierilla como combustible alternativo para motores diesel. *Dyna* 74: 141-150.

BP. (2016). BP Statistical Review of World Energy. June 2016 65. United Kingdom.

Chauvet, M., y González, R. (2008). Biocombustibles y cultivos biofarmacéuticos: ¿oportunidades o amenazas? *El Cotidiano* 23: 51-61.

Cooper, J.C.B. (2003). Price elasticity of demand for crude oil: estimates for 23 countries. *OPEC Rev.*

Dahl, C., y Sterner, T. (1991). Analyzing gasoline demand elasticities: a survey. *Energy Economics* 13: 203-210.

Dargay, J.M., y Gately, D. (2010). World oil demand's shift toward faster growing and less price-responsive products and regions. *Energy Policy* 38: 6261-6277.

- Difiglio, C. (2014). Oil, economic growth and strategic petroleum stocks. *Energy Strategy Reviews* 5: 48-58.
- EIA. (2013). Consumption of Motor Gasoline - World. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.
- EIA. (2016). World Crude Oil Production by Year. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.
- EIA. (2017). An analysis of 7 factors that influence oil markets. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.
- EIA. (2017). Oil 2017. Analysis and forecast to 2022. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.
- Espey, M. (1998). Gasoline demand revisited: an international meta-analysis of elasticities. *Energy Economics* 20: 273-295.
- FAO. (2015). Biofuels. OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025. Paris, France.
- FCCYT. (2008). La crisis del petróleo en México. México.
- FMI. (2005). A Simultaneous Equations Model for World Crude Oil and Natural Gas Markets. Washington D.C., United States.
- Gately, D., y Huntington, H. (2002). The asymmetric effects of changes in price and income on energy and oil demand. *Energy J.* 23: 19-45.
- Ghouri, S.S. (2001). Oil demand in North America: 1980-2020. *OPEC Rev.* 25.
- Gorter, G., y Just, D. (2010). The Social Costs and Benefits of Biofuels: The Intersection of Environmental, Energy and Agricultural Policy. *Applied Economic Perspectives and Policy* 32: 4-32.
- Greening, L.A., Greene, y D., Difiglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption e the rebound effect e a survey, *Energy Policy* 28: 389-401.
- Hernández, M.A., y Hernández, J.A. (2008). Verdades y mitos de los biocombustibles. *Elementos* 71: 15-18.
- Hughes, J.E., Knittel, C.R., y Sperling, D. (2013). Evidence of a Shift in the Short-Run Price Elasticity of Gasoline Demand. UC Davids.
- INEGI. (2013). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 8 de 10 de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/>
- Killian, L., y Murphy, D. (2010) The Role of Inventories and Speculative Trading in the Global Market for Crude Oil. University of Michigan.
- Krichene, N. (2002). World crude oil and natural gas: a demand and supply model. *Energy Economics* 24: 557-576.

- Lin, C.Y., y Prince, L. (2013). Gasoline price volatility and the elasticity of demand for gasoline. *Energy Economics* 38: 111-117.
- López, J. H. (2005). La crisis energética mundial: una oportunidad para Colombia. *Dyna* 72: 103-116.
- OPEC. (2004). Oil and gas: the engine of the world economy. Tenth International Financial and Economic Forum. Viena, Austria.
- Palomares, D. N. (2014). El impacto de la liberalización del precio de la gasolina magna en la inflación de México. IPN.
- PEMEX. (2015). Prospectivas de petróleo crudo y petrolíferos 2015-2029. México.
- PEMEX. (2016). Prospectivas petróleo crudo y petrolíferos 2016-2030. México.
- Pérez Solís, S., y González Romo, A. (2015). La crisis petrolera y las repercusiones de la reforma energética en México. UAEH.
- SE. (2016). Precio Internacional del Petróleo Crudo. Recuperado el 15 del 11 de 2016 de http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_geoquim.html
- SE. (2016). Precio Promedio Anual de la Mezcla Mexicana. Recuperado el 8 del 10 de 2016 de http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_geoquim.html
- Small, K.A., y Van Dender, K. (2007). Fuel efficiency and motor vehicle travel: the declining rebound effect. *Energy J.* 28: 125-151.
- SRE. (2014). Reforma Energética. Resumen Ejecutivo. Ciudad de México.
- Serna, F., Barrera, L., y Montiel, H. (2011). Impacto Social y Económico en el Uso de Biocombustibles. *Journal of Technology Management and Innovation* 6: 100-114.
- Stachett, G., Rodrigues, I., Aparecida, I., Buschinelli, C., y Ligo, M. (2007). Socio-environmental al impact of biodiesel production in Brazil. *Journal of Technology management y innovation* 2: 46-66.
- Statista, (2017). Global biofuel production from 2000 to 2016. Hamburg, Germany. Recuperado el 22 del 06 de 2017 de <https://www.statista.com/statistics/274163/global-biofuel-production-in-oil-equivalent/>
- The World Bank. (2017). World Development Indicators. Recuperado el 22 del 1 de 2017 de <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=EP.PMP.SGAS.CD&country>

**ANÁLISIS DEL MERCADO DE PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO,
1996-2015**

Emmanuel Montero Monsalvo, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

El petróleo es la principal fuente de energía para el desarrollo de las actividades humanas en el mundo, debido a que representa el 40.0% de la energía total consumida. El objetivo de este estudio es el de analizar el mercado del petróleo y las gasolinas en México y los factores que los determinan. La metodología utilizada fue un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, alimentado con series estadísticas de datos de 1995 a 2015 y estimado con el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E). Los resultados mostraron que la oferta de petróleo crudo en México es sumamente inelástica (0.0005) a la relación del precio internacional entre el precio del barril del petróleo crudo en el país y; tiene efectos inelásticos y negativos ante el costo de extracción (-0.17) y las reservas probadas en el país (-0.04). La demanda de gasolina nacional es inelástica ante su precio (-0.67) y ante la cantidad de vehículos en México (0.71). Por otra parte, el precio internacional de petróleo crudo se transmite de forma inelástica (0.87) en el precio del barril del petróleo crudo nacional. El saldo de comercio exterior de gasolina en México (importaciones menos exportaciones), se puede abatir más con la cantidad producida internacional de petróleo y con la oferta de crudo en México.

Palabras clave: oferta, demanda, precio, saldo de comercio exterior, petróleo, gasolina.

OIL AND GASOLINE MARKET ANALYSIS IN MEXICO, 1996-2015

Emmanuel Montero Monsalvo, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

Oil is the main source of energy for the development of human activities in the world, because it represents 40.0% of the total energy consumed. The objective of this study is to analyze the oil and gasoline market in Mexico and the factors that determine it. The methodology used was an econometric model of simultaneous equations fed with statistical series of data from 1995 to 2015 and estimated with the two-stage least squares method (MC2E). The results showed that the supply of crude oil in Mexico is inelastic (0.0005) to the ratio of the international price between the price of the crude oil barrel in the country and; has inelastic and negative effects in the face of the extraction cost (-0.17) and proven reserves in the country (-0.04). The demand for domestic gasoline is inelastic regarding its price (-0.67) and the number of vehicles in Mexico (0.71). On the other hand, the crude oil international price is transmitted in an inelastic way (0.87) in the price of the national crude oil barrel. The gasolines foreign trade balance in Mexico, calculated as imports minus exports, can be further reduced by the oil international production and the Mexico crude oil supply.

Key words: supply, demand, price, foreign trade balance, crude oil, gasolines.

INTRODUCCIÓN

La economía mundial basa su desarrollo fundamentalmente en la industria petrolera, debido a las características de sus derivados y transformaciones químicas, que permiten el desarrollo y el crecimiento de la sociedad actual (Pérez y González, 2015). El petróleo es la principal fuente de energía en el mundo, representando alrededor del 40% de la energía total consumida, debido a su combinación única de atributos como la accesibilidad, versatilidad, facilidad de transportación y, en muchas regiones, costos bajos (OPEC, 2004). Las principales actividades económicas que demandan este recurso son el transporte (56%), la industria (incluidas la manufacturera, agricultura, minería y construcción) (33%), el uso doméstico (7.0%), y los usos comerciales (4.0%) del total. Para 2015 la demanda mundial de este recurso fue de 34,677.9 millones de barriles anuales, que representó el 32.6% de la demanda total de energía para ese año; en segundo lugar se encuentra el carbón con 30.0%, gas natural con una participación del 23.7%, hidroenergía 6.8%, energía nuclear 4.4% y, por último, la energía renovable con 2.5% (PEMEX, 2015). Para el mismo año, la oferta de petróleo en el mundo fue de 29,121.27 millones de barriles anuales, alrededor de 5,556.6 millones de barriles menos que la demanda, siendo los principales productores Rusia (12.85%), Arabia Saudita (12.59%) y Estados Unidos (11.82%) (EIA, 2016).

En 2015 la demanda sobrepasó a la oferta, y la cantidad de recursos es limitada, por lo que las reservas probadas de petróleo toman un papel protagónico en este mercado para satisfacer las necesidades energéticas futuras, de tal manera que son importantes en el desarrollo y estabilidad económica mundial (PEMEX, 2015). Para el año 2015, el total de las reservas probadas de este recurso en el mundo ascendió a 1.70 billones de barriles, lo que alcanzaría para enfrentar la demanda de aproximadamente 49 años, de acuerdo con el consumo mundial registrado para ese año. Los principales países con reservas probadas de petróleo en el mundo para el año 2015 fueron Venezuela (17.55%), Arabia Saudita (15.67%), Canadá (10.13%), Irán (9.31%) e Irak (8.48%) (BP, 2016).

En los últimos años (2014, 2016), el mercado petrolero ha experimentado una alta volatilidad en sus precios. Los cambios experimentados en la oferta y la demanda han originado cambios sustanciales en el precio del mismo. A dichos cambios les ha seguido, de manera

inmediata, una respuesta dinámica dentro de la oferta y la demanda, así como en las actividades de exploración y explotación del recurso (FMI, 2005). Debido a esto, no es raro encontrar incertidumbre en tal sector y, con ello, la generación de inestabilidad económica en algunos países productores de este recurso. Las mencionadas fluctuaciones tienen su origen en diversos problemas para este sector, ya sean de índole político, como la sobreoferta de algunos países, o geológicos como el agotamiento de yacimientos aprovechables.

Desde la segunda mitad del siglo XX se hacía creciente la preocupación sobre un problema que atañía a todo el mundo, pero sobre todo a las principales naciones productoras de petróleo: el agotamiento del petróleo. A partir de la década de 1970, las exploraciones intensivas de las potenciales cuencas convencieron a los geólogos y a la mismas empresas de que existían muy pocos grandes yacimientos explotables de hidrocarburos (con reservas superiores a 500 millones de barriles), sin descubrir en el mundo (López, 2005).

La exploración de petróleo está llegando cada vez a regiones más remotas, donde el crudo es más costoso de extraer, normalmente es de menor calidad y, además, se encuentra en yacimientos más pequeños que los encontrados en décadas pasadas. A lo anterior se debe agregar que la producción actual de petróleo proviene en más de un 60% de campos maduros y en declinación, que tienen más de 25 años de ser explotados de manera intensiva, donde ya se han aplicado métodos de extracción por medio de inyección de agua, de gas y de nitrógeno (López, 2005).

Como consecuencia de todo lo anterior, se tiene que el consumo mundial de petróleo excede a lo que cada año se descubre. La proporción es abismal, se consumen todos los días dos barriles de petróleo por cada barril que se descubre (FCCYT, 2008). Por otro lado, a finales del 2014, Arabia Saudita, en un movimiento político decidió aumentar su producción con el fin de derrumbar el precio, y así tener una ventaja sobre las economías de otros países productores como Rusia, Irán y Venezuela (EIA, 2017).

Debido a los eventos políticos, los disturbios en la oferta, el índice de la cantidad de recursos descubiertos en relación al consumo, la cantidad de reservas probadas de petróleo y la superación de la oferta por la demanda, el mercado del crudo se enfrentó en épocas recientes a la disminución del precio del petróleo, con lo cual se parecería desmentir la tesis del agotamiento

de su producción, la caída estaría señalando abundancia de oferta y, en consecuencia, esa temible traba a la expansión del capitalismo habría sido una ilusión. Sin embargo, el análisis del tema lleva a la conclusión contraria: el agotamiento energético comienza a impactar sobre el conjunto del sistema; el mismo, además, viene acompañado por la declinación de un amplio conjunto de recursos naturales como parte de un proceso mayor que apunta hacia el estancamiento de la economía mundial (Beinstein, 2015).

Según un pronóstico elaborado por la Administración de Información Energética de Estados Unidos (EIA), en el año 2021 se llegaría al máximo nivel de producción con 48,511.00 millones de barriles anuales. Y a partir de ese punto comenzaría el declive. Lo ocurrido desde mediados de la década pasada, específicamente en los tres últimos años, no desmiente, sino que confirma la hipótesis del “peak oil” (cima de la producción mundial de petróleo crudo). El hecho de que la producción no haya caído obedece a la presencia inestable de suministros de altos costos, cuyo techo ya fue alcanzado (por ejemplo en el caso del petróleo del Mar del Norte), o lo será a mediano plazo (petróleo de esquisto de los Estados Unidos) (Beinstein, 2015).

Actualmente, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC), así como algunos países que no pertenecen a esta organización, han decidido tomar cartas en el asunto, al disminuir la producción de dicho recurso, durante la primera mitad de 2017 para incentivar un aumento en los precios del crudo y poder minimizar los efectos de la crisis mundial (EIA, 2017). Los efectos adversos causados por dicha crisis se agudizan para países que basan sus economías en la actividad petrolera: tal es el caso de México.

El sector energético en México es estratégico para el desarrollo, desde el punto de vista económico y de finanzas públicas, así como para el funcionamiento de las actividades productivas. Además, su desarrollo está íntimamente ligado con el crecimiento económico y social en el país, ya que la energía es insumo en todos los sectores de la economía como el transporte de personas y mercancías, la producción de manufacturas y el funcionamiento de establecimientos comerciales, de servicios, fábricas y hogares (PEMEX, 2015).

Para el año 2015, México ocupaba el 13° lugar en producción de petróleo a nivel mundial con 840.41 miles de barriles anuales, lo que representa el 2.89% de la producción mundial, y el

número 17° en cuanto a reservas probadas de petróleo en el mundo (9,800.00 millones de barriles), constituyendo el 0.58% del total mundial para ese año (EIA, 2016).

Debido a la crisis actual y su tendencia a la baja en la producción de crudo, México se ha visto obligado a tomar medidas, dada la reducción de su presupuesto por ingresos petroleros, teniendo que aplicar políticas restrictivas en el gasto. De 2014 a 2017, el Presupuesto de Egresos de la Federación ha disminuido 2.0% en términos reales. Históricamente, cuando México ha experimentado reducciones en el presupuesto, los sectores más afectados son las inversiones (aeropuertos, carreteras e infraestructura en general), factor determinante para el crecimiento de la economía. Aunado a esto se han presentado reducciones en sectores primordiales como el sector salud. Dichos disturbios crean otros problemas como el descontento social, manifestaciones, etc., lo que desincentiva las inversiones extranjeras a futuro en el país.

En México, la empresa paraestatal encargada de esta gestión es Petróleos Mexicanos (PEMEX). El Sector Petrolero contribuye, aproximadamente, con el 33% al presupuesto anual del Gobierno Federal, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013), el cual es utilizado para financiar programas sociales, presupuestos estatales, construcción de hospitales, escuelas, carreteras, infraestructura y el aparato burocrático, entre otros. Sus ventas equivalieron al 10% del Producto Interno Bruto durante 2012, así mismo, aportó el 38.3% del Ingreso Federal en el mismo año (Pérez y González, 2015).

La producción mexicana de petróleo se enfrenta a un panorama adverso desde hace más de una década, puesto que en 2004 presentó su máximo nivel de producción con 3, 476,000 barriles diarios, y a partir de ese año se han presentado cifras cada vez más pequeñas. Para 2015 la producción mexicana disminuyó de un promedio de 2.30 millones de barriles diarios (b/d) en promedio, a sólo 2.11 millones de b/d al cierre del 2016 (PEMEX, 2016).

Cada mes Pemex registra una menor producción sostenida, que se acerca a niveles de 1980, antes de que se descubriera Cantarell, el mega yacimiento que marcha hacia su extinción, con apenas unos 168,000 barriles al día en 2016, frente a los 228,000 barriles diarios registrados en la media de todo 2015 (PEMEX, 2016). El prodigioso campo petrolero de Cantarell en las aguas someras del Golfo de México, de fácil extracción y bajo costo, llegó a producir más de 2

millones de barriles diarios, cuando México alcanzó su pico de producción histórica con 3.4 millones de barriles al día en el año 2004, para comenzar un declive sostenido (PEMEX, 2016).

Aunque PEMEX es una empresa experta en la extracción y procesado del petróleo; el 76% de su producción proviene del medio marino a poca profundidad. Sin embargo, existen reservas petroleras que se encuentran en lugares difíciles de alcanzar, las cuales requieren tecnologías y más inversión para poder explotarlas. En México durante 2012 se perforaron 6 pozos, cifra que está muy por debajo de los Estados Unidos, donde se perforan 100 pozos al año, por lo que cabe deducir que es el reto más importante para México el explotar los recursos petroleros en aguas profundas y ultra profundas (SRE, 2014).

Otro de los factores que repercute en la economía de México es el precio de la mezcla mexicana de petróleo, el cual ha caído de \$101.96 dólares por barril en 2012, año donde alcanzó su máximo precio, a \$43.29 dólares por barril en 2015, lo que ha traído como consecuencia la reducción de la recaudación de ingresos gubernamentales (SER, 2014).

Aunado a los factores anteriores, que conforman el panorama actual para México dentro del mercado petrolero, es necesario mencionar dentro de ellos al mercado nacional de las gasolinas. Para el año 2014 México ocupaba el 4° lugar en consumo de gasolina a nivel mundial (274.11 millones de barriles), sólo por detrás de países como Estados Unidos, Japón y Canadá (EIA, 2016). Debido a que en el país no se cuenta con la tecnología suficiente para producir la gasolina que se necesita ante la creciente demanda al interior del mismo, y dado que la producción de petróleo nacional ha disminuido, durante los últimos años la cantidad de importación de gasolina se incrementó de 63.4 millones de barriles en 2004 a 135.0 millones de barriles anuales para 2014, representando un aumento del 213.01% en 10 años, siendo los principales abastecedores países como EE.UU., Países Bajos, España, India, Bahamas, Antillas Holandesas, Francia y Trinidad y Tobago (SE, 2016).

Factores como la caída de la producción y el precio del petróleo, las reservas probadas de crudo y el aumento de las importaciones de gasolina afectan tanto al saldo de comercio exterior como a las recaudaciones fiscales por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y, por lo tanto, al Presupuesto de la Federación. Por cada dólar en que cae el precio del barril de petróleo se recorta aproximadamente 300 millones de dólares a la recaudación de la

Secretaría de Hacienda (Arriola, 2014). El principal temor es que una exposición prolongada a precios bajos del petróleo tentará al gobierno a endeudarse o seguir subiendo los precios de los derivados, aun cuando la deuda fiscal actual ya es una de las más altas en los últimos años.

Por lo anterior, es de suma importancia modelar el mercado del petróleo en México, no sólo por la influencia del mercado de los energéticos en la actividad macroeconómica, sino también por la repercusión de la energía en los planes de consumo e inversión de los hogares y las empresas. El costo de la energía y su eficiencia se han convertido en un asunto primario dentro de esos planes (FMI, 2005). Con este panorama actual tan complicado y la incertidumbre ocasionada por la volatilidad de los precios, la reducción en producción de México, la baja calidad de la mezcla mexicana, el agotamiento de los yacimientos, etc., es necesario para México buscar certeza dentro de este mercado, por lo que el objetivo de este estudio fue analizar el mercado del petróleo y la gasolina en México, mediante las funciones de oferta y demanda ante la situación mundial actual en esta industria, obteniendo así los pronósticos para el mercado mexicano, determinar las tendencias en precios ante los cambios en las funciones de oferta y demanda y poder prever los efectos de las fluctuaciones del mercado del petróleo y la gasolina sobre la economía nacional. La hipótesis de la investigación plantea que la oferta mexicana de petróleo es muy poco elástica respecto a los precios del petróleo, debido a los pocos sustitutos que existen actualmente, así mismo, se plantea que la cantidad demandada de gasolina estará determinada en mayor medida por el precio del petróleo crudo en el país, así como por la cantidad registrada de vehículos en circulación en México. Finalmente, se propone que la relación del precio internacional entre el nacional del petróleo son determinantes en el saldo del comercio internacional del mercado de la gasolina en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el mercado de cualquier producto, la oferta, la demanda y las transmisiones de los precios para llegar al equilibrio trabajan simultáneamente (Gujarati, 2010), por lo que no es recomendable estimar los parámetros de una ecuación aisladamente, sin tener en cuenta la información proporcionada por las demás ecuaciones del sistema. Entonces, para alcanzar los objetivos y probar las hipótesis se usó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, con las variables que caracterizan el mercado del petróleo en México. La estimación se realizó

mediante el Método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), del paquete computacional SAS (2002). Los resultados fueron analizados estadística y económicamente. En el primer caso se utilizó el coeficiente de determinación (R^2) y el estadístico t . Para el análisis económico se calcularon las elasticidades correspondientes y, además, se confrontaron los signos obtenidos con los esperados para cada ecuación.

Las cinco relaciones funcionales y la identidad del modelo econométrico a estimar son las siguientes:

- (1) Relación funcional de la cantidad ofertada de petróleo crudo en México.

$$QOPC_t = f_1(QOIPC_{t-1}, CEPC_t, QOPC_{t-1}, QRPP_t, \left(\frac{PIPC_t}{PBPC_t}\right))$$

- (2) Relación funcional de la cantidad demandada de gasolina en México.

$$QDG_t = f_2(PNG_t, PIB_t, QVR_t)$$

- (3) Relación funcional del precio real nacional de la gasolina

$$PNG_t = f_3(PIG_t)$$

- (4) Relación funcional del precio real internacional de la gasolina

$$PIG_t = f_4(PIPC_t)$$

- (5) Relación funcional del precio real nacional del barril de petróleo crudo

$$PBPC_t = f_5(PIPC_t, PBPC_{t-1})$$

- (6) Identidad del saldo de comercio exterior

$$SCE_t = QDG_t - (CTF_t * QOPC_t)$$

Donde las variables endógenas del modelo son $QOPC_t$ (Cantidad ofertada de petróleo crudo, miles de barriles), QDG_t (Cantidad demandada de gasolina, miles de barriles), PNG_t (Precio real nacional de la gasolina, pesos por litro), PIG_t (Precio real Internacional de las

gasolina, dólares por litro), $PBPC_t$ (Precio real del barril de petróleo crudo, dólares por barril) y SCE_t (Saldo de comercio exterior, miles de barriles). Las variables predeterminadas del modelo son $CEPC_t$ (Costo real de extracción del petróleo crudo, dólares por barril), $QOIPC_t$ (Cantidad ofertada internacional de petróleo crudo, miles de barriles), $PIPC_t$ (Precio real internacional del petróleo crudo, dólares por barril), QVR_t (Cantidad de vehículos registrados en circulación, vehículos), $QRPP_t$ (Cantidad de Reservas Probadas de Petróleo Crudo, millones de barriles) y PIB_t (Producto interno bruto real de México, en dólares). Las variables endógenas retrasadas son $QOPC_{t-1}$ (Variable QOPC retrasada un periodo) y $PBPC_{t-1}$ (Variable PBPC retrasada un periodo). Mientras que las variables exógenas retrasadas sólo contienen a $QOIPC_{t-1}$ (Variable QOIPC retrasada un periodo).

La cantidad ofertada de petróleo crudo en México ($QOPC_t$), la cantidad ofertada internacional de petróleo crudo ($QOIPC_t$), así como la cantidad demandada de gasolina en México (QDG_t) y la cantidad de reservas probadas de petróleo en México ($QRPP_t$) se obtuvieron de la Administración de Información de Energía de los Estados Unidos (EIA por sus siglas en inglés), por su parte, la cantidad de vehículos registrados en México (QVR_t) se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

El producto interno bruto en México (PIB_t) se obtuvo de The World Bank, mientras que el precio nacional del barril de petróleo crudo ($PBPC_t$) y el precio internacional del petróleo crudo ($PIPC_t$) se obtuvieron de la Secretaría de Economía en México (SE), este último se determinó tomando el precio del West Texas Intermediate (WTI), debido a que es el petróleo de referencia para la mezcla mexicana de acuerdo con PEMEX, a su vez, el precio internacional de la gasolina (PIG_t) se obtuvo de The World Bank, mientras que el costo de extracción del petróleo crudo en México ($CEPC_t$) se obtuvo de PEMEX. Las cinco anteriores variables fueron deflactadas con el Índice Nacional de Precios al Consumidor para Estados Unidos (INPC, base 2010=100), mientras que el precio nacional de la gasolina (PNG_t) se obtuvo de PEMEX y fue deflactado con el Índice Nacional de Precios al Consumidor para México (INPC, base 2010=100). Finalmente, el coeficiente de transformación de petróleo en gasolina (CTF_t) se obtuvo de la EIA.

La oferta de un producto específico se encuentra determinada, entre otros factores, por el precio del mismo producto, como es el caso de la oferta del petróleo crudo. Sin embargo, dentro de este mercado juega un papel importante el precio internacional del bien en cuestión. Debido a esto, la relación del precio internacional entre el precio nacional se supone como variable determinante de la oferta de petróleo crudo en México. Del mismo modo, son variables determinantes de la oferta nacional la cantidad ofertada internacional de petróleo crudo para el periodo anterior, el costo de extracción en México, la cantidad de reservas probadas de petróleo en México y la cantidad ofertada de petróleo crudo en México para el periodo anterior. Esta última, debido a que se conoce el comportamiento del mercado y los tratados de las principales organizaciones productoras del petróleo, por lo que se pueden elaborar expectativas del precio esperado, definido como el precio corriente del periodo anterior; esto se conoce como expectativa ingenua (Caldentey y Gómez, 1993).

La misma lógica se aplica en la demanda, ya que la cantidad requerida de un bien estará en función del precio del mismo. Por lo que la demanda de gasolina en México estará determinada por el precio nacional de la gasolina, el producto interno bruto, que representa las posibilidades de adquisición dentro del país, y la cantidad de vehículos registrados en México, significando las necesidades del bien al interior de la nación.

Las transmisiones de precios se modelarán de la forma siguiente: el precio nacional de la gasolina estará en función del precio internacional de la misma, debido a que México es un importador de este bien; por su parte, el precio internacional de la gasolina responderá al precio internacional del petróleo crudo, al ser este la materia prima y, finalmente, el precio nacional del petróleo crudo estará determinado por el precio internacional del petróleo crudo, al tomarlo como referencia para la determinación del mismo, y el mismo precio nacional del petróleo crudo para el periodo anterior, debido a la creación de expectativas ingenuas.

Por otro lado, la identidad del saldo de comercio exterior estará determinada por la diferencia entre la cantidad nacional demandada de gasolina, menos el producto de la cantidad ofertada de petróleo crudo en el país multiplicada por el coeficiente de transformación correspondiente al rendimiento del petróleo (para transformar el petróleo en gasolina y hacer la comparación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados de la estimación del modelo, y dadas las características de la información utilizada, las cinco ecuaciones que componen el modelo en la forma estructural presentan coeficientes de determinación (R^2) que van de 62.03% a 98.43%. Con ello, se puede afirmar que la mayor parte de los cambios de las variables endógenas son explicados por las exógenas, que hipotéticamente se consideraron las de mayor influencia sobre las primeras (Cuadro 1.1).

En las pruebas individuales de t, dentro de la relación de la cantidad ofertada de petróleo crudo en su forma estructural, los coeficientes estimados de la cantidad ofertada internacional de petróleo crudo para el periodo anterior, la cantidad ofertada de petróleo crudo para el periodo anterior, la cantidad de reservas probadas de petróleo en México, así como la relación del precio real internacional del petróleo crudo entre el precio real del barril de petróleo crudo resultaron estadísticamente significativos; es decir, fueron significativamente diferentes de cero a un nivel de 5%, en contraste con el coeficiente estimado del costo de extracción de petróleo crudo en México, el cual resultó estadísticamente no significativo; dicha variable no fue descartada del modelo, debido a que se consideró importante en la conformación del modelo y no incurrir en sesgo por omisión (Kmenta, 1986)..

En la ecuación de la cantidad demandada de gasolina, los coeficientes estimados del precio nacional de la gasolina, el producto interno bruto y la cantidad de vehículos registrados en circulación presentaron los signos esperados y resultaron estadísticamente significativos, conforme al estadístico t. Dentro de esta relación, como lo sugieren ciertos estudios (Sánchez, Islas y Sheinbaum, 2015), el incremento en la demanda de gasolina en México está determinado por aumentos en factores como el precio de la misma, así como por el ingreso de los consumidores.

Para las relaciones del precio nacional de la gasolina y el precio internacional de la gasolina, los coeficientes esperados para sus variables, precio internacional de la gasolina y precio internacional del petróleo crudo respectivamente, resultaron estadísticamente significativos, y sus signos fueron los esperados, debido a que concuerdan con la teoría, así como con otros autores (Ibarra y Sotres, 2008).

Por último, para la ecuación del precio del barril de petróleo crudo, los coeficientes esperados del precio internacional del petróleo crudo y el precio del barril de petróleo crudo rezagado un periodo resultaron significativamente diferentes de cero, y sus signos resultantes coincidieron con los pronosticados, así como con otros autores (Barrañón, 2008).

Cuadro 1.1 Forma estructural: Coeficientes estimados.

Var. Dep.	Intercepto		Coeficientes estimados				R^2
QOPC		QOIPCL	CEPC	QOPCL	QRPP	PIPC/PBPC	
Coefficiente	1413953	-0.04174	-38355	0.644871	-3.32885	468.2265	
Error est.	(410620)	(0.0118)	(49680.7)	(0.1388)	(1.2951)	(175.8)	0.9456
Valor de P	0.004	0.0033	0.4529	0.0004	0.0222	0.0186	
QDG		PNG	PIB	QVR			
Coefficiente	202721.4	-16924	0.00000005169	0.005574			
Error est.	(13579.8)	(1910.3)	(0.00000001714)	(0.000421)			0.9843
Valor de P	0.0001	0.0001	0.0082	0.0001			
PNG		PIG					
Coefficiente	5.039005	3.836918					
Error est.	(0.695)	(0.6883)					0.6203
Valor de P	0.0001	0.0001					
PIG		PIPC					
Coefficiente	0.478294	0.008675					
Error est.	(0.0821)	(0.00131)					0.7105
Valor de P	0.0001	0.0001					
PBPC		PIPC	PBPCCL				
Coefficiente	-8.14024	0.873657	0.18194				
Error est.	(2.895)	(0.0789)	(0.073)				0.9677
Valor de P	0.012	0.0001	0.0233				

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo estimado mediante SAS/2SLS.

Las elasticidades de la forma estructural fueron calculadas con las derivadas parciales de cada ecuación y los valores promedio de los últimos cinco años (2011-2015), de las variables utilizadas, a fin de cuantificar los efectos establecidos en las relaciones funcionales. El análisis de las elasticidades, para todo el modelo, lleva implícito el concepto de *ceteris paribus*, es decir, que al establecer un cambio en alguna variable independiente sobre la dependiente, se supone que el resto de las independientes permanecen inalteradas.

Como se muestra en el cuadro 1.2, la respuesta de la cantidad ofertada de petróleo crudo nacional resultó inversa y elástica ante los cambios en la cantidad ofertada internacional de petróleo crudo rezagada un periodo, dada su elasticidad (-1.26); esto se entiende, porque México toma como referencia, primordialmente, la oferta y precios para Estados Unidos, debido a que se

podrían sustituir sus producciones, así, si para el año inmediato anterior se tuvo un aumento en la producción de crudo en el extranjero, la producción nacional se vería reducida debido a las expectativas en el país. Debido a este efecto, durante el periodo de estudio la oferta internacional de petróleo crudo para el año anterior aumentó en 24.50%, lo que hizo que la oferta de crudo nacional disminuyera en 30.88% (331,771.16 miles de barriles). Por otro lado, respecto al costo de extracción, este presentó una elasticidad negativa e inelástica (-0.17), lo que es contradictorio con estudios como el del Fondo Monetario Internacional (2017), que mediante un modelo de integración señala a este valor como positivo y elástico a nivel mundial. El aumento de dicha variable significaría una reducción en la oferta de México, debido a que incrementaría los costos de producción, disminuyendo así el beneficio, sin embargo, para países que cuentan con la tecnología para producir los derivados y productos refinados del petróleo, como es el caso de Estados Unidos, Japón, Canadá o Alemania, este costo se traduciría en inversión en tecnología, lo que a largo plazo derivaría en un aumento en la producción de crudo.

La cantidad ofertada de petróleo crudo presentó una elasticidad positiva e inelástica (0.66) ante la cantidad ofertada de petróleo crudo con un periodo de retraso; durante el periodo de estudio la oferta de petróleo crudo rezagada disminuyó en 8.95%, lo que se tradujo en una reducción del 5.92% (63,560.97 miles de barriles) en la oferta. De acuerdo con la cantidad de reservas probadas de petróleo en el país, la oferta presenta una elasticidad cercana a cero y negativa (-0.04), lo que indica que la actual tendencia es a la baja en las reservas nacionales, que a su vez afectan de manera inversa la oferta de crudo en el país; mientras que en otros estudios, elaborados a nivel mundial (Alsahlawi , 2009); esta elasticidad tiene un valor que oscila entre 0.03 y 0.70, lo que explicaría el creciente consumo de petróleo en el mundo, lo que lleva a tener la necesidad de garantizar las necesidades energéticas, a pesar de la producción.

La ecuación del precio internacional del petróleo entre el precio del barril nacional del crudo representa una respuesta positiva e inelástica en la oferta de petróleo en el país, dada su elasticidad de 0.0005. En cuanto a la elasticidad precio nacional de la oferta, mediante un análisis de estimadores consensuales y pruebas de sensibilidad, Payet (2005), para el caso de Estados Unidos, encontró un valor de 0.2, mientras que a nivel mundial, el Fondo Monetario Internacional (2005), encontró un valor mundial de -0.05 para el periodo que va de 1973 a 2004. Al ser una relación de precios, convergen los efectos de las dos variables. Ante el aumento del

precio del petróleo nacional, se esperaría que la oferta se expandiera, efecto que se ve casi neutralizado por los cambios en el precio internacional del mismo bien. Así, las cantidades de oferta tanto nacional como internacional rezagadas un periodo estarían significando las variables con mayor determinación en la cantidad ofertada de crudo a nivel nacional.

Cuadro 1.2 Forma estructural: Elasticidades calculadas.

Relación		Elasticidades			
QOPC	QOIPCL	CEPC	QOPCL	QRPP	PIPC/PBPC
	-1.2603	-0.1721	0.6613	-0.0363	0.0005
QDG	PNG	PIB	QVR		
	-0.6695	0.2172	0.7078		
PNG	PIG				
	0.4607				
PIG	PIPC				
	0.5445				
PBPC	PIPC	PBPCL			
	0.8697	0.1966			

Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 1.1, y promedio de las variables de 2011 a 20015.

La ecuación de la demanda de gasolina, mostró una respuesta negativa e inelástica ante los cambios en el precio nacional del mismo bien (-0.67). Otros autores (Mendoza, 2005), encontraron mediante el método de vectores cointegrados una elasticidad de -0.47, resultado que concuerda con el encontrado en este trabajo. Respecto a la variable del Producto Interno Bruto, la demanda de gasolina presenta una respuesta positiva e inelástica (0.22), señalando así a la gasolina como un bien normal en México. En otros estudios como los realizados por Mendoza (2005) y Dahl y Sterner (1991), este último para el caso de Estados Unidos, se ha encontrado elasticidades similares de 0.07 y 0.48 respectivamente, lo que indica una relación positiva entre el ingreso y la demanda. Por otra parte, la cantidad demandada de gasolina experimentó una respuesta positiva e inelástica (0.71) ante los cambios en la cantidad registrada de vehículos en circulación. Estudios para otros países como Dinamarca (Bentzen, 1994), mediante técnicas de cointegración, encontraron una elasticidad de 0.89, resultados que concuerdan con los de este estudio.; lo que indicaría que ante un aumento en la cantidad de vehículos le seguiría, inmediatamente, un aumento parecido en la cantidad demandada de gasolina. Tanto el precio de la gasolina como la cantidad registrada de vehículos en circulación representan las variables más

significativas dentro de la demanda de la gasolina, debido a la ley de la demanda y al crecimiento de la industria automotriz en el país durante las últimas décadas (INEGI, 2015).

Para la ecuación del precio nacional de la gasolina en función del precio internacional de la misma, se obtuvo una respuesta positiva e inelástica (0.46); este factor explica el hecho de que actualmente México importa más de la mitad de la gasolina que se consume en el país (Presidencia de la República, 2017). Debido a esto, se entiende que cuando los precios en el exterior aumentan, también lo hagan en México, aunque en una menor proporción. Ante un aumento del 10% en el precio internacional de la gasolina, el precio nacional del mismo bien responde en forma directa en 4.6%, lo que quiere decir que el efecto del precio internacional de la gasolina no se transfiere de manera íntegra al precio nacional de la misma. Por otra parte, la ecuación del precio internacional de la gasolina se encontró de igual manera una respuesta positiva e inelástica (0.54) a los cambios en el precio internacional del petróleo crudo durante el mismo periodo; lo anterior se explica, debido a que ante un aumento en los precios del crudo, que es la materia para la producción de gasolina, se espera que ese efecto se transmita al precio nacional de las gasolinas (Presidencia de la República, 2017). Dentro del periodo de estudio investigado, el precio internacional del petróleo crudo aumentó en 45.8%, y representó un aumento del 24.94% (0.13 dólares reales por litro) en el precio internacional de la gasolina, de tal forma se puede observar que, al igual que en la relación anterior, no se transmite por completo el efecto del precio internacional del petróleo crudo en el precio internacional de la gasolina en el periodo t.

Por otra parte, en la ecuación del precio del barril de petróleo crudo se obtuvo una respuesta positiva e inelástica (0.87) ante los cambios en el precio internacional del petróleo crudo. La misma elasticidad fue calculada por Mota y Mata (2015) y se obtuvo un valor de 0.59, señalando el mismo efecto con una magnitud parecida, lo que obedece a que México toma como referencia el precio del petróleo en Estados Unidos (West Texas Intermediate, WTI) dentro de su determinación de precios. Dicho precio, para el periodo analizado, aumentó en 45.8%, lo que representó un incremento del 39.84% (10.49 dólares reales por litro) en el precio nacional del crudo. Y por último, el precio del barril de petróleo crudo, presentó una respuesta positiva e inelástica (0.20) ante el valor del mismo rezagado un periodo. Esto se explica por las expectativas del mercado nacional ante las tendencias de los precios anteriores. Así, ante un

aumento del 250.46%, como lo ocurrido durante el periodo de estudio, se tradujo en un incremento del 49.24% (12.96 dólares reales (2010) por litro) dentro del precio del barril de petróleo crudo mexicano.

Las elasticidades de la forma reducida se calcularon a partir del modelo estimado y señalan los efectos finales de las variables exógenas en el saldo de comercio exterior de la gasolina. El saldo de comercio exterior de las gasolinas se definió como la demanda menos la oferta de este bien.

Cuadro 1.3 Forma reducida: Elasticidades calculadas del Saldo de Comercio Exterior.

Relación	Elasticidad SCE
QOIPCL	-3.6879
CEPC	-0.5036
QOPCL	1.9350
QRPP	-0.1061
PIPC	0.3235
PIB	-0.4184
QVR	-1.3633
Z	0.0015

Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 1.1 en su forma reducida, y promedio de las variables de 2011 a 20015.

En la ecuación del saldo de comercio exterior de la gasolina se obtuvo una respuesta negativa y elástica ante incrementos en la cantidad internacional de petróleo crudo rezagada en un periodo (-3.69), así, al aumentar en 10%, dicha variable provocaría una reducción del 36.88% en el saldo de comercio exterior (importaciones), lo que significa que este es el factor con el mayor grado de incidencia dentro del mencionado balance. Esto sugiere que el saldo de comercio de la gasolina en México se basa en gran medida en los comportamientos pasados de la producción del petróleo.

Por otra parte, el saldo de comercio exterior de las gasolinas ante cambios en el costo de extracción del petróleo en México resultó negativo y poco elástico (-0.50), lo que significaría que ante un aumento del 10% en el mencionado costo, el balance comercial se vería reducido en 5%. Dicho efecto obedecería a las inversiones en nuevos proyectos de extracción en aguas más profundas, lo que sugeriría que ante una mayor inversión en los procesos de extracción, los

rendimientos se verían aumentados teniendo como efecto la reducción del saldo comercial de la gasolina en el país.

El efecto de la cantidad ofertada de petróleo crudo en México rezagada un periodo representa cambios positivos y más que proporcionales en el saldo de comercio (1.93), así, al tener una disminución del 3.65%, como en el último periodo de estudio, resultaría en una reducción de 7.06% (9,274.45 miles de barriles) en el saldo exterior del mercado de la gasolina. Dicha producción incide de manera más que directa en el balance comercial, debido a esto toma mayor relevancia las inversiones y acciones destinadas a incrementar la producción de petróleo en el país. Mientras tanto, los efectos causados por fluctuaciones en la cantidad de reservas probadas de petróleo serían negativos e inelásticos dentro de la balanza comercial (-0.11). De darse un aumento en la variable en cuestión del 10%, se obtendría una reducción del 1.1% dentro del saldo de comercio exterior. Tanto el sentido como la discreta magnitud del efecto obedecen a la necesidad actual de México para importar más de la mitad del consumo de gasolina en su territorio, situación que, para efectos del saldo comercial, disminuye la relevancia de la cantidad de petróleo disponible en el país.

Al igual que en la cantidad ofertada de petróleo rezagada, los incrementos en el precio internacional del petróleo representarían un aumento en el saldo de comercio exterior (0.32), al transmitir su efecto mediante la cantidad ofertada de petróleo y la cantidad demandada de gasolina (vía el precio nacional de la gasolina a través del precio internacional de la misma), aunque su efecto no se refleja de forma íntegra. De esta manera, al experimentar una reducción del 47.50%, como lo ocurrido en el periodo de 2014 a 2015, los cambios en la balanza significarían una caída del 15.36% (20,179.70 miles de barriles) en el saldo de comercio. Situación dada por la considerable caída de los precios a nivel mundial en los últimos años.

En cuanto a los cambios dentro del producto interno bruto, los efectos resultantes en la balanza comercial serían negativos e inelásticos (-0.42; lo que indica que, al experimentar un aumento del 10% en el producto interno bruto, los cambios experimentados dentro del saldo de comercio exterior serían de apenas el 4.2%. Esta situación obedece, como ya se mencionó anteriormente, al carácter de la gasolina como bien normal dentro del consumo en México.

Otro factor importante dentro de la balanza comercial del hidrocarburo son los movimientos en la cantidad registrada de vehículos en circulación, la cual representó efectos negativos y más que proporcionales (-1.36). Así, ante un aumento del 10% en la cantidad de vehículos en el país se tendría una disminución del 13.6% en el saldo comercial de la gasolina. Esta situación no concuerda con la lógica al interior del mercado nacional de la gasolina, sin embargo, se podría explicar debido a la manera en que se define la oferta, de tal manera que ante un aumento de la demanda, la distancia entre ambas se reduce. Finalmente, el saldo de comercio exterior representó cambios positivos y muy inelásticos (0.0015) ante los cambios en la relación del precio internacional entre el precio del barril de petróleo en México. Así, al darse un aumento del 10% en dicha relación se tendría un efecto de apenas el 0.015% dentro del saldo de comercio exterior de la gasolina en México.

CONCLUSIONES

La oferta de petróleo crudo en México la determinan principalmente las cantidades producidas, tanto en México como en el mercado mundial, con un periodo de retraso; en tanto que el precio de la oferta afecta de forma sumamente inelástica a ésta. A la demanda de gasolina en México la determinan principalmente su precio y la cantidad de vehículos que circulan en el país; en tanto que el ingreso tiene un efecto menor y clasifica a ésta como un bien normal.

De acuerdo con las transmisiones de precios, al precio nacional del petróleo crudo, lo determina principalmente el precio internacional del mismo. En tanto que al precio nacional de las gasolinas lo determina esencialmente el precio internacional de estas, y el precio internacional del petróleo crudo.

El saldo de comercio exterior de las gasolinas (importaciones) en México lo reduciría esencialmente la cantidad producida de petróleo en el mundo con un periodo de retraso, en tanto que lo aumentaría la oferta de petróleo rezagada un periodo y la cantidad de vehículos que circulan en el país.

LITERATURA CITADA

Alsahlawi , M. A. (2009). *The future prospect of world oil supply: depletion of resources or price trends*. Saudi Arabia.

Arriola, J. (2014). Oil price fall disrupts Mexico's hedging and threatens spending. *Forbes México*. En línea en: <https://www.forbes.com.mx/que-implica-para-mexico-la-baja-en-los-precios-del-petroleo/> Fecha de consulta: 12 del 10 del 2016

Barrañón, A. (2008). La crisis mexicana del petróleo en el escenario de precios altos del petróleo. *Razón y Palabra* 13.

BDI, PEMEX, 2016. Costo de Extracción de Petróleo Crudo. Recuperado el 12 del 11 de 2016 de <http://ebdi.pemex.com/bdi/bdiController.do?action=temas&org=pemex>

Beinstein, J. (2015). Crisis petrolera y declinación sistémica mundial. *Mundo Siglo XXI* 36: 13-26.

Bentzen, J. (1994). An empirical analysis of gasoline demand in Denmark using cointegration techniques. *Energy Economics* 16: 139-143.

BP. (2016). *BP Statistical Review of World Energy. June 2016* 65. United Kingdom.

Caldentey A., P., y Gómez M., A. C. (1993). *Economía de los Mercados Agrarios*. Universidad de Córdoba. Madrid, España.: Mundi-Prensa.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2007. Marco General de Petróleos Mexicanos 2000-2008. México. En línea en: <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0992007.pdf>

Dahl, C., y Sterner, T. (1991). Analyzing gasoline demand elasticities: a survey. *Energy Economics*, 203-210.

EIA. (2013). Consumption of Motor Gasoline - World. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2015). Consumption of Motor Gasoline - Mexico. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2015). Mexico Crude Oil Production by Year. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2015). Mexico Crude Oil Reserves by Year. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2016). World Crude Oil Production by Year. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2017). *An analysis of 7 factors that influence oil markets*. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2017). *Oil 2017. Analysis and forecast to 2022*. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

FCCYT. (2008). *La crisis del petróleo en México*. México.

FMI. (2005). *A Simultaneous Equations Model for World Crude Oil and Natural Gas Markets*. Washington D.C., Estados Unidos.

FMI. (2017). *Oil Prices and the Global Economy*. Washington D.C., Estados Unidos.

Gujarati, D., y Porter, D.C. (2010). *Econometría 5ª Ed.* ed Mc Graw Hill. Ciudad de México. México.

Ibarra, J., y Sotres, L. (2008). La demanda de gasolina en México. El efecto en la frontera norte. *Frontera Norte* 20, 131-156.

INEGI. (2013). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 8 de 10 de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/>

INEGI, (2015). Vehículos de motor registrados en circulación. Recuperado el 8 de 10 de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est>.

Kmenta, J. (1986). *Elements of Econometrics*, 2nd Ed., ed. Macmillan. New York, United States.

López, J. H. (2005). La crisis energética mundial: una oportunidad para Colombia. *Dyna* 72: 103-116.

Mendoza, M. Á. (2005). La sustitución de la gasolina y el precio del petróleo en México: 1988-2003. *Comercio Exterior* 15.

Mota Aragón, M. B., y Mata Mata, L. (2015). Elasticidad entre los precios internacionales del petróleo y el tipo de cambio. *Economía* 44: 125-135.

OPEC. (2004). Oil and gas: the engine of the world economy. *Tenth International Financial and Economic Forum*. Viena, Austria.

Payet, X. (2005). *Impact of taxes on the global oil market*. Paris, France.

PEMEX. (2005). Anuario Estadístico. México

PEMEX. (2015). Prospectivas de petróleo crudo y petrolíferos 2015-2029. México.

PEMEX. (2016). *Prospectivas petróleo crudo y petrolíferos 2016-2030*. México.

PEMEX. (2017). Precio al Público de Productos Petrolíferos. México

Pérez Solís, S., y González Romo, A. (2015). La crisis petrolera y las repercusiones de la reforma energética en México. UAEH.

Presidencia de la República. (2017). *¿Por qué subió el precio de las gasolinas?* México.

Sánchez, A., Islas, S., y Sheinbaum, C. (2015). Demanda de gasolina y la heterogeneidad en los ingresos de los hogares en México. *Investigación económica* 74: 117-143.

SRE. (2014). *Reforma Energética. Resumen Ejecutivo*. Ciudad de México.

SE. (2016). Precio Internacional del Petróleo Crudo. Recuperado el 15 del 11 de 2016 de http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_geoquim.html

SE. (2016). Precio Promedio Anual de la Mezcla Mexicana. Recuperado el 8 del 10 de 2016 de http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_geoquim.html

SRE. (2014). *Reforma Energética. Resumen Ejecutivo*. Ciudad de México.

The World Bank. (2016). Consumer price index (2010 = 100). Recuperado el 7 del 11 de 2016 de <http://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL>

The World Bank. (2016). Mexico GDP. Recuperado el 8 de 10 de 2016 de <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2015&locations=MX&start=1995>.

The World Bank. (2016). Official exchange rate. Recuperado el 19 del 12 de 2016 de <http://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.FCRF?end=2015&locations=MX&start=2000&view=chart>

The World Bank. (2017). World Development Indicators. Recuperado el 22 del 1 de 2017 de <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=EP.PMP.SGAS.CD&country>

**EFFECTOS EN EL MERCADO DEL PETRÓLEO Y LA GASOLINA EN MÉXICO ANTE
EL USO DE BIOCOMBUSTIBLES**

Emmanuel Montero Monsalvo, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

Las actividades vinculadas con la energía son un elemento determinante para el buen funcionamiento y crecimiento de la economía mundial. El petróleo es la principal fuente de energía para el desarrollo de las actividades humanas en el mundo, debido a que representa el 40.0% de la energía total consumida, sin embargo, su agotamiento es un tema de interés a nivel global, por lo que durante los últimos veinte años los biocombustibles han adquirido mayor relevancia, aumentando su producción mundial en 220.0% en la última década. El objetivo de este estudio es el de analizar los efectos en el mercado del petróleo y las gasolinas en México ocasionados por el uso de los biocombustibles. La metodología utilizada fue el análisis de tres escenarios de la oferta de petróleo, la cantidad demandada y los precios de las gasolinas derivados de la estimación de un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, alimentado con series estadísticas de datos de 1995 a 2015 y estimado con el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E). Los resultados mostraron que la cantidad ofertada de petróleo crudo en México se vería reducida en 117,060 barriles anuales si prevaleciera el precio medio del barril del petróleo crudo en el país. Ante un aumento en el precio internacional de las gasolinas, la cantidad demandada en México se vería reducida en un 6.47%. El aumento de 4.2% esperado en la demanda de los biocombustibles en México derivado de las reformas a la NOM-016-CRE-2016, causaría un aumento en los precios nacionales de las gasolinas de hasta el 6.2%.

Palabras clave: oferta, demanda, precio, petróleo, gasolina, biocombustibles.

EFFECTS IN THE OIL AND GASOLINE MARKET IN MEXICO BECAUSE OF THE USE OF BIOFUELS

Emmanuel Montero Monsalvo, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

Energy-related activities are determinant elements for the good performance and growth of the world economy. Oil is the main source of energy for the development of human activities in the world, because it represents 40.0% of the total energy consumed, however, its exhaustion is a matter of globally interest, so during the last twenty years biofuels have become more relevant, increasing their world production by 220.0% in the last decade. The objective of this study is to analyze the effects caused by the use of biofuels within the oil and gasoline market in Mexico. The methodology used was the analysis of three scenarios of the oil supply, quantity demanded and prices of gasolines derived from the estimation of an econometric model of simultaneous equations fed with statistical series of data from 1995 to 2015 and estimated with the two-stage least squares method (MC2E). The results showed that the quantity of crude oil offered in Mexico would be reduced by 117,060 barrels per year if the average price of crude oil barrel in the country prevailed. Faced with an increase in the international price of gasoline, the quantity demanded in Mexico would be reduced by 6.47%. The expected 4.2% demand increase for biofuels in Mexico as a result of the reforms to NOM-016-CRE-2016 would lead to an increase in domestic gasoline prices up to 6.2%.

Key words: offer, demand, price, crude oil, gasolines, biofuels.

INTRODUCCIÓN

La importancia económica de todas las actividades vinculadas con la energía trasciende los límites sectoriales para convertirse en elemento determinante de la competitividad de la economía. La economía mundial basa su desarrollo fundamentalmente en la industria petrolera, debido a las características de sus derivados y transformaciones químicas, que permiten el desarrollo y el crecimiento de la sociedad actual (Pérez y González, 2015). El petróleo es la principal fuente de energía en el mundo porque representa alrededor del 40% de la energía total consumida, debido a su combinación única de atributos como la accesibilidad, versatilidad, facilidad de transportación y, en muchas regiones, costos bajos (OPEC, 2004). Las principales actividades económicas que demandan este recurso son el transporte (56%), la industria (incluidas la manufacturera, agricultura, minería y construcción) (33%), el uso doméstico (7.0%), y los usos comerciales (4.0%) del total. Para 2015 la demanda mundial de este recurso fue de 34,677.9 millones de barriles anuales, que representó el 32.6% de la demanda total de energía para ese año; en segundo lugar se encuentra el carbón con 30.0%, gas natural con una participación del 23.7%, hidroenergía 6.8%, energía nuclear 4.4% y, por último, la energía renovable con 2.5% (PEMEX, 2015). Para el mismo año, la oferta de petróleo en el mundo fue de 29,121.27 millones de barriles anuales, alrededor de 5,556.6 millones de barriles menos que la demanda, siendo los principales productores Rusia (12.85%), Arabia Saudita (12.59%) y Estados Unidos (11.82%) (EIA, 2016).

En 2015 la demanda sobrepasó a la oferta, y la cantidad de recursos es limitada, por lo que las reservas probadas de petróleo toman un papel protagónico en este mercado para satisfacer las necesidades energéticas futuras, de tal manera que son importantes en el desarrollo y estabilidad económica mundial (PEMEX, 2015). Para el año 2015, el total de las reservas probadas de este recurso en el mundo ascendió a 1.70 billones de barriles, lo que alcanzaría para enfrentar la demanda de aproximadamente 49 años, de acuerdo con el consumo mundial registrado para ese año. Los principales países con reservas probadas de petróleo en el mundo para el año 2015 fueron Venezuela (17.55%), Arabia Saudita (15.67%), Canadá (10.13%), Irán (9.31%) e Irak (8.48%) (BP, 2016).

En los últimos años (2014, 2016), el mercado petrolero ha experimentado una alta volatilidad en sus precios. Los cambios experimentados en la oferta y la demanda han originado cambios sustanciales en el precio del mismo. A dichos cambios les ha seguido, de manera inmediata, una respuesta dinámica dentro de la oferta y la demanda, así como en las actividades de exploración y explotación del recurso (FMI, 2005). Debido a esto, no es raro encontrar incertidumbre en tal sector y, con ello, la generación de inestabilidad económica en algunos países productores de este recurso. Las mencionadas fluctuaciones tienen su origen en diversos problemas para este sector, ya sean por la competencia oligopólica, como la sobreoferta de algunos países, o geológicos como el agotamiento de yacimientos aprovechables.

Desde la segunda mitad del siglo XX se hacía creciente la preocupación sobre un problema que atañía a todo el mundo, pero sobre todo a las principales naciones productoras de petróleo: el agotamiento del petróleo. A partir de la década de 1970, las exploraciones intensivas de las potenciales cuencas convencieron a los geólogos y a la mismas empresas de que existían muy pocos grandes yacimientos explotables de hidrocarburos (con reservas superiores a 500 millones de barriles), sin descubrir en el mundo (López, 2005).

La exploración de petróleo está llegando cada vez a regiones más remotas, donde el crudo es más costoso de extraer, normalmente es de menor calidad y, además, se encuentra en yacimientos más pequeños que los encontrados en décadas pasadas. A lo anterior se debe agregar que la producción actual de petróleo proviene en más de un 60% de campos maduros y en declinación, que tienen más de 25 años de ser explotados de manera intensiva, donde ya se han aplicado métodos de extracción por medio de inyección de agua, de gas y de nitrógeno (López, 2005).

Como consecuencia de todo lo anterior, se tiene que el consumo mundial de petróleo sobrepasa con mucho a lo que cada año se descubre. La proporción es de 2 a 1, es decir, se consumen todos los días dos barriles de petróleo por cada barril que se descubre (FCCYT, 2008).

Debido a los eventos políticos, los disturbios en la oferta, el índice de la cantidad de recursos descubiertos en relación al consumo, la cantidad de reservas probadas de petróleo y la superación de la oferta por la demanda, el mercado del crudo se enfrentó en épocas recientes a fluctuaciones del precio del petróleo. El análisis del tema sugiere que el agotamiento energético

comienza a generar impactos sobre el conjunto del sistema; el mismo, además, viene acompañado por la declinación de un conjunto de recursos naturales como parte de un proceso mayor que apunta hacia el estancamiento de la economía mundial (Beinstein, 2015).

Según un pronóstico elaborado por la Administración de Información Energética de Estados Unidos (EIA), en el año 2021 se llegaría al máximo nivel de producción con 48,511.00 millones de barriles anuales. Y a partir de ese punto comenzaría el declive. Lo ocurrido desde mediados de la década pasada, específicamente en los tres últimos años, no desmiente, sino que confirma la hipótesis del “peak oil” (cima de la producción mundial de petróleo crudo) (Beinstein, 2015).

Debido a la situación actual dentro del mercado del petróleo, otros mercados se han visto afectados, tal es el caso de los mercados de sus derivados. Dentro de los productos derivados del petróleo hay uno que cobra mayor relevancia debido a su uso en el sector del transporte: la gasolina. Para 2012, la producción mundial de gasolina se situó en 8,167.68 millones de barriles anuales, mientras que la demanda, para el mismo año, fue de 8,194.76 millones de barriles anuales, 27.08 millones de barriles más que la oferta (EIA, 2013). Por su parte, su precio promedio mundial para el año 2015 fue de 1.30 dólares por litro, 170.73% mayor al mismo precio registrado para el año 2000, que fue de 0.76 dólares por litro (The World Bank, 2017).

Los efectos adversos causados por dicha crisis se agudizan para países que basan sus economías en la actividad petrolera: tal es el caso de México.

El sector energético en México es estratégico para el desarrollo, desde el punto de vista económico y de finanzas públicas, así como para el funcionamiento de las actividades productivas. Además, su desarrollo está íntimamente ligado con el crecimiento económico y social en el país, ya que la energía es insumo en todos los sectores de la economía como el transporte de personas y mercancías, la producción de manufacturas y el funcionamiento de establecimientos comerciales, de servicios, fábricas y hogares (PEMEX, 2015).

Para el año 2015, México ocupaba el 13° lugar en producción de petróleo a nivel mundial con 840.41 miles de barriles anuales, lo que representa el 2.89% de la producción mundial, y el número 17° en cuanto a reservas probadas de petróleo en el mundo (9,800.00 millones de barriles), constituyendo el 0.58% del total mundial para ese año (EIA, 2016).

Debido a la situación actual y su tendencia a la baja en la producción de crudo, México se ha visto obligado a tomar medidas, dada la reducción de su presupuesto por ingresos petroleros, teniendo que aplicar políticas restrictivas en el gasto. De 2014 a 2017, el Presupuesto de Egresos de la Federación ha disminuido 2.0% en términos reales. Históricamente, cuando México ha experimentado reducciones en el presupuesto, los sectores más afectados son las inversiones (aeropuertos, carreteras e infraestructura en general), factor determinante para el crecimiento de la economía. Aunado a esto se han presentado reducciones en sectores primordiales como el sector salud. Dichos disturbios crean otros problemas como el descontento social, manifestaciones, etc., lo que desincentiva las inversiones extranjeras a futuro en el país.

En México, la empresa paraestatal encargada de esta gestión es Petróleos Mexicanos (PEMEX). El Sector Petrolero contribuye, aproximadamente, con el 33% al presupuesto anual del Gobierno Federal, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013), el cual es utilizado para financiar programas sociales, presupuestos estatales, construcción de hospitales, escuelas, carreteras, infraestructura y el aparato burocrático, entre otros. Sus ventas equivalieron al 10% del Producto Interno Bruto durante 2012, así mismo, aportó el 38.3% del Ingreso Federal en el mismo año (Pérez y González, 2015).

La producción mexicana de petróleo se enfrenta a un panorama adverso desde hace más de una década, puesto que en 2004 presentó su máximo nivel de producción con 3,476,000 barriles diarios, y a partir de ese año se han presentado cifras cada vez más pequeñas. Para 2015 la producción mexicana disminuyó de un promedio de 2.30 millones de barriles diarios (b/d) en promedio, a sólo 2.11 millones de b/d al cierre del 2016 (PEMEX, 2016).

Cada mes Pemex registra una menor producción sostenida, que se acerca a niveles de 1980, antes de que se descubriera Cantarell, el mega yacimiento que marcha hacia su extinción, con apenas unos 168,000 barriles al día en 2016, frente a los 228,000 barriles diarios registrados en la media de todo 2015 (PEMEX, 2016). El prodigioso campo petrolero de Cantarell en las aguas someras del Golfo de México, de fácil extracción y bajo costo, llegó a producir más de 2 millones de barriles diarios, cuando México alcanzó su pico de producción histórica con 3.4 millones de barriles al día en el año 2004, para comenzar un declive sostenido (PEMEX, 2016).

Otro de los factores que repercute en la economía de México es el precio de la mezcla mexicana de petróleo, el cual ha caído de \$101.96 dólares por barril en 2012, año donde alcanzó su máximo precio, a \$43.29 dólares por barril en 2015, lo que ha traído como consecuencia la reducción de la recaudación de ingresos gubernamentales (SER, 2014).

Aunado a los factores anteriores, que conforman el panorama actual para México dentro del mercado petrolero, es necesario mencionar dentro de ellos al mercado nacional de las gasolinas. Para el año 2014 México ocupaba el 4° lugar en consumo de gasolina a nivel mundial (274.11 millones de barriles), sólo por detrás de países como Estados Unidos, Japón y Canadá (EIA, 2016). Debido a que en el país no se cuenta con la tecnología suficiente para producir la gasolina que se necesita ante la creciente demanda al interior del mismo, y dado que la producción de petróleo nacional ha disminuido, durante los últimos años la cantidad de importación de gasolina se incrementó de 63.4 millones de barriles en 2004 a 135.0 millones de barriles anuales para 2014, representando un aumento del 213.01% en 10 años, siendo los principales abastecedores países como EE.UU., Países Bajos, España, India, Bahamas, Antillas Holandesas, Francia y Trinidad y Tobago (SE, 2016).

Factores como la caída de la producción y el precio del petróleo, las reservas probadas de crudo y el aumento de las importaciones de gasolina afectan tanto al saldo de comercio exterior como a las recaudaciones fiscales por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y, por lo tanto, al Presupuesto de la Federación. Por cada dólar en que cae el precio del barril de petróleo se recorta aproximadamente 300 millones de dólares a la recaudación de la Secretaría de Hacienda (Arriola, 2014). El principal temor es que una exposición prolongada a precios bajos del petróleo tentará al gobierno a endeudarse o seguir subiendo los precios de los derivados, aun cuando la deuda fiscal actual ya es una de las más altas en la historia.

Ante las condiciones del mercado del petróleo y la gasolina se analiza una solución alterna, tanto a nivel mundial como nacional: el uso de los biocombustibles. Biocombustible es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible obtenido de la biomasa, nombre dado a cualquier materia orgánica de origen reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado de un proceso de conversión fotosintético; la energía de la biomasa deriva del

material vegetal y animal, como la madera de los bosques, los residuos de procesos agrícolas y forestales, de la basura industrial, humana o animal (Hernández y Hernández, 2008).

Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo en combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo o el carbón. Aplicando las técnicas agrícolas y las estrategias de procesamiento apropiadas, los biocombustibles pueden ofrecer ahorros en las emisiones de al menos el 50.0%, comparando con combustibles fósiles como el gasóleo o la gasolina (Hernández y Hernández, 2008). Además, los biocombustibles se producen a partir de cultivos agrícolas, que son fuentes renovables de energía.

El mundo se encuentra frente a una campaña global, cuyo objetivo es incorporar, de la forma más rápida posible, diferentes materias primas tales como: caña de azúcar, soya, maíz, remolacha, etc., a la producción de biocombustibles como sustitutos perfectos de los derivados de petróleo. Los biocombustibles de 1ª generación utilizan cultivos específicos como materias primas; los más ampliamente difundidos son el biodiesel y el bioetanol. Este último representa más del 90% del total de biocombustibles que se utilizan actualmente en el mundo (Serna, Barrera y Montiel, 2011). Para el año 2015 la producción mundial de biocombustibles alcanzó la cifra de 10.92 millones de barriles equivalentes de petróleo (Statista, 2017).

Durante 2015 se acordó modificar diversas políticas en materia de biocombustibles alrededor del mundo. En Brasil se redujeron los impuestos para incentivar el uso del bioetanol, así mismo, se incrementó el porcentaje usado del mismo dentro de las gasolinas de 25.0% a 27.0%. En la Unión Europea se aplicaron revisiones por parte de la Dirección de Energía Renovable (RED) y la Dirección de Calidad de los Combustibles (FQD), dando como resultado la implementación de un 7.0% de energías renovables dentro del consumo energético en el sector del transporte. En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) publicó su reglamentación donde se establecieron mandatos de uso de biocombustibles más altos que en los años anteriores (FAO, 2015). Por su parte, en México se amplió el uso de etanol como oxigenante en las gasolinas utilizadas en el sector de transporte de 5.8% a 10.0% mediante las modificaciones a la norma 016 (NOM-016-CRE-2016) de la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Un paso fundamental para maximizar las oportunidades y las ventajas comparativas, es dar seguimiento a los procedimientos de evaluación de impacto económico, que son instrumentos vitales para la toma de decisiones, por lo que es importante modelar el mercado del petróleo, la gasolina y los biocombustibles en México, no sólo por la influencia del mercado de los energéticos en la actividad macroeconómica, sino también por la repercusión de la energía en los planes de consumo e inversión de los hogares y las empresas. El costo, abasto y eficiencia de la energía se han convertido en un asunto primario dentro de esos planes (FMI, 2005).

Con este panorama actual de la energía, afectado por la incertidumbre ocasionada por la volatilidad de precios del petróleo, la reducción en producción en México, la baja calidad de la mezcla mexicana, el agotamiento de los yacimientos, el incremento del precio y las importaciones de las gasolinas, etc., se hace necesario buscar certeza dentro de este mercado en el país. Por lo que el objetivo de este estudio es analizar el mercado del petróleo, la gasolina y los biocombustibles en México, mediante funciones de oferta y demanda del petróleo, e incorporando escenarios del uso de biocombustibles en este mercado; para prever de esa forma fluctuaciones del mercado del petróleo y las gasolinas en la economía nacional. La hipótesis de investigación planteada que la oferta de petróleo crudo disminuirá ante el creciente uso de los biocombustibles como energía; así mismo, la cantidad demandada de las gasolinas se reducirá ante cambios en su precio, derivado del aumento del porcentaje de la mezcla de los biocombustibles en éstas y; finalmente, los efectos del incremento en el uso de los biocombustibles en la relación del precio internacional entre el nacional del petróleo provocará una menor cantidad ofertada de petróleo en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el mercado de cualquier producto, la oferta, la demanda y la evolución de los precios para llegar al equilibrio operan simultáneamente (Gujarati, 2010), por lo que no es recomendable estimar los parámetros de una ecuación de forma aislada, sin tener en cuenta la información proporcionada por las demás ecuaciones del sistema. Entonces, para alcanzar los objetivos y contrastar las hipótesis se usó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, con las variables que caracterizan el mercado del petróleo en México. Dado que el modelo contiene variables endógenas en el lado derecho se empleó la estimación mediante el Método de Mínimos

Cuadrados en Dos Etapas (MC2E). Los resultados fueron analizados estadística y económicamente en el análisis de diversos escenarios relacionados con el uso de los biocombustibles en el país. En el primer caso se utilizó el coeficiente de determinación (R^2) y la prueba estadística t . Para el análisis económico se calcularon las elasticidades correspondientes y se emplearon en el cálculo de los escenarios señalados más adelante.

Las cinco relaciones funcionales y la identidad del modelo econométrico a estimar son las siguientes:

(1) Relación funcional de la cantidad ofertada de petróleo crudo en México.

$$QOPC_t = f_1(QOIPC_{t-1}, CEPC_t, QOPC_{t-1}, QRPP_t, \left(\frac{PIPC_t}{PBPC_t}\right))$$

(2) Relación funcional de la cantidad demandada de gasolina en México.

$$QDG_t = f_2(PNG_t, PIB_t, QVR_t)$$

(3) Relación funcional del precio real nacional de la gasolina

$$PNG_t = f_3(PIG_t)$$

(4) Relación funcional del precio real internacional de la gasolina

$$PIG_t = f_4(PIPC_t)$$

(5) Relación funcional del precio real nacional del barril de petróleo crudo

$$PBPC_t = f_5(PIPC_t, PBPC_{t-1})$$

(6) Identidad del saldo de comercio exterior

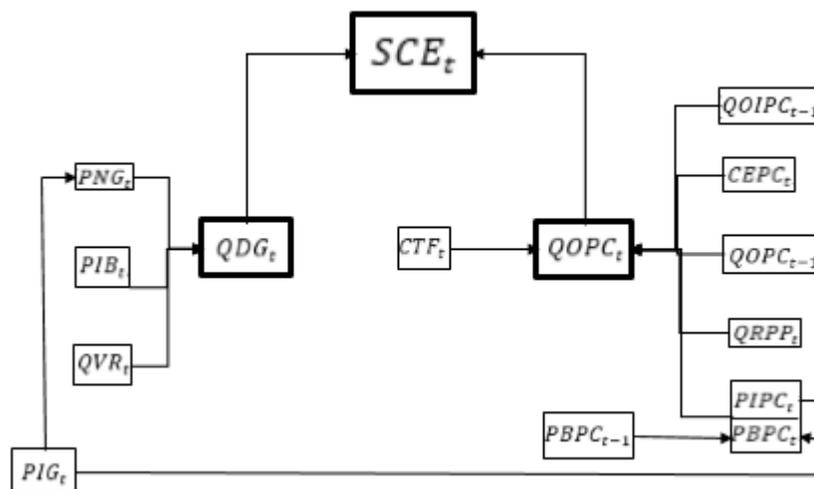
$$SCE_t = QDG_t - (CTF_t * QOPC_t)$$

Donde las variables endógenas del modelo son $QOPC_t$ (Cantidad ofertada de petróleo crudo, miles de barriles), QDG_t (Cantidad demandada de gasolina, miles de barriles), PNG_t (Precio real nacional de la gasolina, pesos por litro), PIG_t (Precio real Internacional de las

gasolina, dólares por litro), $PBPC_t$ (Precio real del barril de petróleo crudo, dólares por barril) y SCE_t (Saldo de comercio exterior, miles de barriles). Las variables predeterminadas del modelo son $CEPC_t$ (Costo real de extracción del petróleo crudo, dólares por barril), $QOIPC_t$ (Cantidad ofertada internacional de petróleo crudo, miles de barriles), $PIPC_t$ (Precio real internacional del petróleo crudo, dólares por barril), QVR_t (Cantidad de vehículos registrados en circulación, vehículos), $QRPP_t$ (Cantidad de Reservas Probadas de Petróleo Crudo, millones de barriles) y PIB_t (Producto interno bruto real de México, en dólares). Las variables endógenas retrasadas son $QOPC_{t-1}$ (Variable QOPC retrasada un periodo) y $PBPC_{t-1}$ (Variable PBPC retrasada un periodo). Mientras que las variables exógenas retrasadas sólo contienen a $QOIPC_{t-1}$ (Variable QOIPC retrasada un periodo).

De acuerdo con la Figura 2.1, las variables y las ecuaciones del modelo presentan la siguiente estructura:

Figura 2.1 Estructura del modelo estimado



La cantidad ofertada de petróleo crudo en México ($QOPC_t$), la cantidad ofertada internacional de petróleo crudo ($QOIPC_t$), así como la cantidad demandada de gasolina en México (QDG_t) y la cantidad de reservas probadas de petróleo en México ($QRPP_t$) se obtuvieron de la Administración de Información de Energía de los Estados Unidos (EIA por sus siglas en inglés), por su parte, la cantidad de vehículos registrados en México (QVR_t) se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

El producto interno bruto en México (PIB_t) se obtuvo de The World Bank, mientras que el precio nacional del barril de petróleo crudo ($PBPC_t$) y el precio internacional del petróleo crudo ($PIPC_t$) se obtuvieron de la Secretaría de Economía en México (SE), este último se determinó tomando el precio del West Texas Intermediate (WTI), debido a que es el precio de referencia para la mezcla mexicana, de acuerdo con PEMEX; a su vez, el precio internacional de la gasolina (PIG_t) se obtuvo de The World Bank, mientras que el costo de extracción del petróleo crudo en México ($CEPC_t$) se obtuvo de PEMEX. Las cinco anteriores variables fueron deflactadas con el Índice Nacional de Precios al Consumidor para Estados Unidos (INPC, base 2010=100), mientras que el precio nacional de la gasolina (PNG_t) se obtuvo de PEMEX y fue deflactado con el Índice Nacional de Precios al Consumidor para México (INPC, base 2010=100). Finalmente, el coeficiente de transformación de petróleo en gasolina (CTF_t) se obtuvo de EIA.

La oferta de un producto específico se encuentra determinada, entre otros factores, por el precio del mismo producto, como es el caso de la oferta del petróleo crudo. Sin embargo, dentro de este mercado juega un papel importante el precio internacional del bien en cuestión. Debido a esto, la relación del precio internacional entre el precio nacional se supone como variable determinante de la oferta de petróleo crudo en México. Dicha relación representa los efectos de un cambio en uno de ellos mientras el otro se mantiene constante. Del mismo modo, son variables determinantes de la oferta nacional la cantidad ofertada internacional de petróleo crudo para el periodo anterior, el costo de extracción en México, la cantidad de reservas probadas de petróleo en México y la cantidad ofertada de petróleo crudo en México para el periodo anterior. Esta última, debido a que se conoce el comportamiento del mercado y los tratados de las principales organizaciones productoras del petróleo, por lo que se pueden elaborar expectativas del precio esperado, definido como el precio corriente del periodo anterior; esto se conoce como expectativa ingenua (Caldentey y Gómez, 1993).

La misma lógica se aplica en la demanda, ya que la cantidad requerida de un bien estará en función del precio del mismo. Por lo que la demanda de gasolina en México estará determinada por el precio nacional de la gasolina, el producto interno bruto, que representa las posibilidades de adquisición dentro del país, y la cantidad de vehículos registrados en México, significando las necesidades del bien al interior de la nación.

Las transmisiones de precios se modelarán de la forma siguiente: el precio nacional de la gasolina está en función del precio internacional de la misma, debido a que México es un importador de este bien; por su parte, el precio internacional de la gasolina responde al precio internacional del petróleo crudo, al ser este la materia prima y, finalmente, el precio nacional del petróleo crudo está determinado por el precio internacional del petróleo crudo, al tomarlo como referencia para la determinación del mismo, y el mismo precio nacional del petróleo crudo para el periodo anterior, debido a la creación de expectativas ingenuas.

Por otro lado, la identidad del saldo de comercio exterior está determinada por la diferencia entre la cantidad nacional demandada de gasolina, menos el producto de la cantidad ofertada de petróleo crudo en el país multiplicada por el coeficiente de transformación correspondiente al rendimiento del petróleo (para transformar el petróleo en gasolina y hacer la comparación).

Una vez obtenido el modelo estimado, se realizarán los cálculos para cada uno de los siguientes escenarios propuestos ante el previsible aumento en el uso de los biocombustibles en México:

Escenario 1: La cantidad ofertada de petróleo crudo es afectada por cambios en sus precios, tanto internacional como nacional, derivados del uso de los biocombustibles en el país. Para este escenario se usará la primera ecuación del modelo estimado ($QOPC_t$), donde se obtendrá la cantidad ofertada de crudo para el año 2015 y se contrastará con las cantidades ofertadas estimadas cuando cada uno de los precios involucrados en la relación $\left(\frac{PIPC_t}{PBPC_t}\right)$ tomen valores medios. Así, se podrán estimar los efectos sobre la cantidad ofertada de crudo en México ante los supuestos extremos de sus precios.

Escenario 2: La cantidad demandada de gasolina se modificará ante el efecto sustitución en su precio derivado del aumento del uso de los biocombustibles dentro de las mismas. Debido a que los biocombustibles son sustitutos de las gasolinas, un aumento en la demanda de estos representará una disminución proporcional en la demanda de las gasolinas al interior del país. Para la obtención de este escenario se estimará la cantidad demandada de las gasolinas empleando la segunda ecuación del modelo antes señalado (QDG_t) y se contrastará contra la demanda estimada de las gasolinas aplicando el diferencial de precios de las gasolinas entre los

internacionales y el de Brasil, debido a que recientemente en México se han aplicado políticas similares a las propuestas en el país sudamericano en cuanto al uso de biocombustibles en el sector del transporte y las economías de ambos países son similares (Luiselli, 2010 y Morales, et. al., 2012), por lo que se podrían esperar resultados proporcionales en el mercado mexicano, la diferencia reside en el porcentaje establecido para la implementación de biocombustibles, debido a que actualmente Brasil utiliza un 27.0% de estos, por un 5.8% que México utilizaba, hasta hace poco tiempo, en las mezclas de sus gasolinas (FAO, 2015).

Escenario 3: Los precios de las gasolinas se modifican ante un incremento de la participación de los biocombustibles en las gasolinas en el país. Se calculará el efecto en el precio de las gasolinas en México utilizando la elasticidad precio de la demanda de la misma, calculada a partir del modelo a estimar, por lo que al utilizar la fórmula de la elasticidad precio de la demanda se puede obtener el efecto que tendría un cambio en la demanda sobre el precio de los combustibles (Sánchez, Islas y Sheinbaum, 2015), teniendo en cuenta que el cambio en la demanda se produciría por un cambio en la demanda de los biocombustibles, que al ser sustitutos tienen efectos contrarios (Varian, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados de la estimación del modelo, y dadas las características de la información utilizada, las cinco ecuaciones que componen el modelo en la forma estructural presentan coeficientes de determinación (R^2) que van de 62.03% a 98.43%. Con ello, se afirma que la variación de los cambios de las variables endógenas son explicados por las exógenas, que hipotéticamente se consideraron las de mayor influencia sobre las primeras (Cuadro 2.1).

En las pruebas individuales de t , dentro de la ecuación de la cantidad ofertada de petróleo crudo en su forma estructural, los coeficientes estimados de la cantidad ofertada internacional de petróleo crudo para el periodo anterior, la cantidad ofertada de petróleo crudo para el periodo anterior, la cantidad de reservas probadas de petróleo en México, así como la ecuación del precio real internacional del petróleo crudo entre el precio real del barril de petróleo crudo resultaron estadísticamente significativos, conforme al estadístico t ; es decir, fueron significativamente diferentes de cero a un nivel de 5%, en contraste con el coeficiente estimado del costo de

extracción de petróleo crudo en México; dicha variable no fue descartada del modelo, debido a que se consideró importante en la conformación del modelo.

En la ecuación de la cantidad demandada de gasolina, los coeficientes estimados del precio nacional de la gasolina, el producto interno bruto y la cantidad de vehículos registrados en circulación resultaron estadísticamente significativos. Dentro de esta relación, como lo sugieren Sánchez, Islas y Sheinbaum (2015), el incremento en la demanda de gasolina en México está determinado por aumentos en factores como el precio de la misma, así como por el ingreso de los consumidores.

Para las ecuaciones del precio nacional de la gasolina y el precio internacional de la gasolina, los coeficientes de sus variables, precio internacional de la gasolina y precio internacional del petróleo crudo respectivamente, resultaron estadísticamente significativos de acuerdo con su valor de probabilidad, y sus signos concuerdan con autores como Ibarra y Sotres (2008).

Por último, para la ecuación del precio del barril de petróleo crudo, los coeficientes esperados del precio internacional del petróleo crudo y el precio del barril de petróleo crudo rezagado un periodo resultaron significativos de acuerdo a su valor de probabilidad, y sus signos resultantes coincidieron con los obtenidos por Barrañón (2008).

Cuadro 2.4 Forma estructural: Coeficientes estimados.

Var. Dep.	Intercepto		Coeficientes estimados				R^2
QOPC		QOIPCL	CEPC	QOPCL	QRPP	PIPC/PBPC	
Coefficiente	1413953	-0.04174	-38355	0.644871	-3.32885	468.2265	
Error est.	(410620)	(0.0118)	(49680.7)	(0.1388)	(1.2951)	(175.8)	0.9456
Valor de P	0.004	0.0033	0.4529	0.0004	0.0222	0.0186	
QDG		PNG	PIB	QVR			
Coefficiente	202721.4	-16924	0.00000005169	0.005574			
Error est.	(13579.8)	(1910.3)	(0.00000001714)	(0.000421)			0.9843
Valor de P	0.0001	0.0001	0.0082	0.0001			
PNG		PIG					
Coefficiente	5.039005	3.836918					
Error est.	(0.695)	(0.6883)					0.6203
Valor de P	0.0001	0.0001					
PIG		PIPC					
Coefficiente	0.478294	0.008675					
Error est.	(0.0821)	(0.00131)					0.7105
Valor de P	0.0001	0.0001					

	PBPC	PIPC	PBPCL	
Coefficiente	-8.14024	0.873657	0.18194	
Error est.	(2.895)	(0.0789)	(0.073)	0.9677
Valor de P	0.012	0.0001	0.0233	

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo estimado mediante SAS/2SLS.

Escenario 1: La cantidad ofertada de petróleo crudo en México está determinada por la relación de sus precios tanto internacional como nacional. Los biocombustibles y la gasolina son bienes sustitutos, por lo que los precios antes señalados se verán modificados debido al incremento en la demanda de los biocombustibles en el país, lo que a su vez disminuiría la cantidad nacional demandada de gasolinas, ocasionando así la disminución de la oferta nacional de petróleo.

Para obtener los efectos de las variaciones antes señaladas sobre la cantidad ofertada de petróleo crudo en México cuando un precio toma un valor medio y el otro permanece constante se tomó como base la primera ecuación del modelo estimado, para 2015:

$$QOPC_{(2015)} = 1413953 - 0.04174 * (28,369,369.50) - 38355 * (4.10) + 0.64487 * (901,002.50) - 3.32885 * (9,800.00) + 468.2265 * (1.13)$$

$$QOPC_{(2015)} = 621,495.87 \text{ miles de barriles.}$$

Escenario 1.1: Cuando la variable $PIPC_t$ toma un valor medio. En este caso el valor para Z sería de 1.44 en lugar de 1.13. Por lo tanto:

$$QOPC_t = 1413953 - 0.04174 * (28,369,369.50) - 38355 * (4.10) + 0.64487 * (901,002.50) - 3.32885 * (9,800.00) + 468.2265 * (1.44)$$

$QOPC_t = 621,641.02$ miles de barriles, lo que representa un aumento del 0.023% en la cantidad ofertada de petróleo crudo en México.

Escenario 1.2: Cuando la variable $PBPC_t$ toma un valor medio, el valor resultante para Z sería de 0.88 en lugar de 1.13. Por lo que:

$$QOPC_t = 1413953 - 0.04174 * (28,369,369.50) - 38355 * (4.10) + 0.64487 * (901,002.50) - 3.32885 * (9,800.00) + 468.2265 * (0.88)$$

$QOPC_t = 621,378.81$ miles de barriles, lo que representa una disminución del 0.019% en la cantidad ofertada de petróleo crudo en México.

Escenario 2: La cantidad demandada de gasolina se modificará ante el efecto sustitución en su precio derivado del aumento del uso de los biocombustibles dentro de las mismas. Al ser bienes sustitutos, un aumento en la cantidad demandada de biocombustibles traerá como consecuencia una disminución en la cantidad demandada de gasolina. De acuerdo con la segunda ecuación del modelo estimado, para 2015:

Al sustituir PNG en QDG:

$$QDG_t = 202721.4 - 16924 * (5.039005 + 3.836918 \text{ } PIG_t) + 0.00000005169 \text{ } PIB_t + 0.005574 \text{ } QVR_t$$

$$QDG_t = 117441.2794 - 64936.00023 \text{ } PIG_t + 0.00000005169 \text{ } PIB_t + 0.005574 \text{ } QVR_t$$

Para el 2015:

$$QDG_{(2015)} = 117441.2794 - 64936.00023 * (1.30) + 0.00000005169 * (1,052,289,053,844.93) + 0.005574 * (29,040,716.00)$$

$$QDG_{(2015)} = 249.29 \text{ millones de barriles}$$

Tomando en cuenta la diferencia porcentual de los precios de las gasolinas, el precio internacional y el de Brasil, para el 2015, la variable PIG tendría un valor de 1.56 en lugar de 1.3. Por lo tanto:

$$QDG_{(2015)} = 117441.2794 - 64936.00023 * (1.56) + 0.00000005169 * (1,052,289,053,844.93) + 0.005574 * (29,040,716.00)$$

$$QDG_t = 233.16 \text{ millones de barriles}$$

Así, al aumentar el precio internacional de las gasolinas en 20.0%, la cantidad demandada de gasolina en México se vería reducida en 16.13 millones de barriles anuales.

Escenario 3: Los precios de las gasolinas se verán alterados ante el incremento de la participación de los biocombustibles en las gasolinas en el país. La relación de la demanda de

gasolina mostró una respuesta negativa e inelástica ante los cambios en el precio nacional del mismo bien (-0.67). Otros autores (Mendoza, 2005), encontraron mediante el método de vectores cointegrados una elasticidad de -0.47, resultado que concuerda con el encontrado en este trabajo. Tomando la fórmula de dicha elasticidad, y despejando el cambio porcentual en la variable PNG_t , se tiene:

$$\varepsilon_{PNG}^{QDG} = \frac{\Delta QDG\%}{\Delta PNG\%}, \text{ despejando } \Delta PNG\%, \text{ se obtiene que } \Delta PNG\% = \frac{\Delta QDG\%}{\varepsilon_{PNG}^{QDG}}$$

De acuerdo con los cambios en la NOM-016-CRE-2016, el $\Delta QDG\% = 4.2\%$. Por su parte, la elasticidad precio de la demanda calculada para la variable QDG_t resultó en -0.67, por lo que:

$$\Delta PNG\% = \frac{-4.2}{-0.67} = 6.27$$

Este es el aumento máximo que se podría esperar sobre el precio nacional de las gasolinas para que resulte redituable, o bien, en un beneficio al consumidor, es decir, el precio no debe aumentar más del precio pasado más un aumento del 6.27%.

CONCLUSIONES

La cantidad ofertada de petróleo crudo en México se vería reducida en 0.019% cuando el precio del barril del petróleo crudo toma un valor medio dentro de la relación de los precios que determinan dicha oferta, sin embargo, cuando el precio internacional es el que toma dicho valor la cantidad ofrecida aumentaría en 0.023% respecto a la cifra estimada para el año 2015.

Ante un aumento del 20.0% en el precio internacional de las gasolinas derivado de los efectos por la aplicación de biocombustibles en el país, para el mismo año, la cantidad demandada de gasolinas en México se vería reducida en 16.13 millones de barriles anuales, es decir, cerca de un 6.47%.

El aumento de 4.2% esperado en la demanda de los biocombustibles en México derivado de las reformas a la NOM-016-CRE-2016, causaría un aumento en los precios nacionales de las gasolinas de hasta el 6.2%; a su vez, si el precio supera el mencionado aumento, esto se traduciría en una pérdida de bienestar de los consumidores en el país.

Ante los escenarios planteados en el presente estudio, la implementación de políticas públicas que incentiven el uso de los biocombustibles en México traería como consecuencia una disminución en la cantidad demandada de gasolinas en el país, así como un aumento en el precio de las mismas. Tales efectos conjuntos repercutirían en el bienestar de la sociedad, pues se pagaría más por una cantidad menor de gasolinas.

LITERATURA CITADA

Arriola, J. (2014). Oil price fall disrupts Mexico's hedging and threatens spending. *Forbes México*. En línea en: <https://www.forbes.com.mx/que-implica-para-mexico-la-baja-en-los-precios-del-petroleo/> Fecha de consulta: 12 del 10 del 2016

Barrañón, A. (2008). La crisis mexicana del petróleo en el escenario de precios altos del petróleo. *Razón y Palabra* 13.

BDI, PEMEX, 2016. Costo de Extracción de Petróleo Crudo. Recuperado el 12 del 11 de 2016 de <http://ebdi.pemex.com/bdi/bdiController.do?action=temas&org=pemex>

Beinstein, J. (2015). Crisis petrolera y declinación sistémica mundial. *Mundo Siglo XXI* 36: 13-26.

BP. (2016). *BP Statistical Review of World Energy. June 2016* 65. United Kingdom.

Caldentey A., P., y Gómez M., A. C. (1993). *Economía de los Mercados Agrarios*. Universidad de Córdoba. Madrid, España.: Mundi-Prensa.

EIA. (2013). Consumption of Motor Gasoline - World. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2015). Consumption of Motor Gasoline - Mexico. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2015). Mexico Crude Oil Production by Year. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2015). Mexico Crude Oil Reserves by Year. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2016). World Crude Oil Production by Year. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2017). *An analysis of 7 factors that influence oil markets*. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

EIA. (2017). *Oil 2017. Analysis and forecast to 2022*. U.S. Department of Energy. Washington, DC, United States.

FAO. (2015). Biofuels. OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025. Paris, France.

FCCYT. (2008). *La crisis del petróleo en México*. México.

FMI. (2005). *A Simultaneous Equations Model for World Crude Oil and Natural Gas Markets*. International Monetary Fund. Washington D.C, United States.

FMI. (2017). *Oil Prices and the Global Economy*. International Monetary Fund. Washington D.C, United States.

Gujarati, D., y Porter, D.C. (2010). *Econometría 5ª Ed.* ed Mc Graw Hill. Ciudad de México. México.

Hernández, M.A., y Hernández, J.A. (2008). Verdades y mitos de los biocombustibles. Elementos 71: 15-18.

Ibarra, J., y Sotres, L. (2008). La demanda de gasolina en México. El efecto en la frontera norte. *Frontera Norte* 20: 131-156.

INEGI. (2013). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 8 de 10 de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/>

INEGI, (2015). Vehículos de motor registrados en circulación. Recuperado el 8 de 10 de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est>

Luiselli, C. (2010). Brasil y México: el acercamiento necesario. *Revista mexicana de política exterior* 90: 9-50.

López, J. H. (2005). La crisis energética mundial: una oportunidad para Colombia. *Dyna* 72: 103-116.

Morales, M.E., Mejía, P., Gutiérrez, R.J., Díaz, M.A., y Vergara, R. (2012). Interacciones económico-financieras Brasil-México: ¿cuál es su grado de integración?. *Perfiles Latinoamericanos* 39: 117-150.

OPEC. (2004). Oil and gas: the engine of the world economy. *Tenth International Financial and Economic Forum*. Viena, Austria.

PEMEX. (2005). Anuario Estadístico. México

PEMEX. (2015). Prospectivas de petróleo crudo y petrolíferos 2015-2029. México.

PEMEX. (2016). *Prospectivas petróleo crudo y petrolíferos 2016-2030*. México.

PEMEX. (2017). Precio al Público de Productos Petrolíferos. México

Pérez Solís, S., y González Romo, A. (2015). La crisis petrolera y las repercusiones de la reforma energética en México. UAEH.

Presidencia de la República. (2017). *¿Por qué subió el precio de las gasolinas?* México.

Sánchez, A., Islas, S., y Sheinbaum, C. (2015). Demanda de gasolina y la heterogeneidad en los ingresos de los hogares en México. *Investigación económica* 74: 117-143.

Serna, F., Barrera, L., y Montiel, H. (2011). Impacto Social y Económico en el Uso de Biocombustibles. *Journal of Technology Management and Innovation* 6: 100-114.

SRE. (2014). *Reforma Energética. Resumen Ejecutivo*. Ciudad de México.

SE. (2016). Precio Internacional del Petróleo Crudo. Recuperado el 15 del 11 de 2016 de http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_geoquim.html

SE. (2016). Precio Promedio Anual de la Mezcla Mexicana. Recuperado el 8 del 10 de 2016 de http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_geoquim.html

SRE. (2014). *Reforma Energética. Resumen Ejecutivo*. Ciudad de México.

Statista, (2017). Global biofuel production from 2000 to 2016. Hamburg, Germany. Recuperado el 22 del 06 de 2017 de <https://www.statista.com/statistics/274163/global-biofuel-production-in-oil-equivalent/>

Statista, (2017). Leading biodiesel producers worldwide in 2016, by country. Hamburg, Germany. Recuperado el 20 del 06 de 2017 de <https://www.statista.com/statistics/271472/biodiesel-production-in-selected-countries/>

The World Bank. (2016). Consumer price index (2010 = 100). Recuperado el 7 del 11 de 2016 de <http://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL>

The World Bank. (2016). Mexico GDP. Recuperado el 8 de 10 de 2016 de <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2015&locations=MX&start=1995>.

The World Bank. (2016). Official exchange rate. Recuperado el 19 del 12 de 2016 de <http://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.FCRF?end=2015&locations=MX&start=2000&view=chart>

The World Bank. (2017). World Development Indicators. Recuperado el 22 del 1 de 2017 de <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=EP.PMP.SGAS.CD&country>

Varian, H.R., (2010). Intermediate Microeconomics: A Modern Approach, 8th Ed. ed. Antoni Bosch. Barcelona, Spain.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1. Conclusiones

La oferta de petróleo crudo en México la determinan principalmente las cantidades producidas, tanto en México como en el mercado mundial, con un periodo de retraso; en tanto que el precio de la oferta afecta de forma sumamente inelástica a ésta. A la demanda de gasolina en México la determinan principalmente su precio y la cantidad de vehículos que circulan en el país; en tanto que el ingreso tiene un efecto menor y clasifica a ésta como un bien normal.

De acuerdo con las transmisiones de precios, al precio nacional del petróleo crudo, lo determina principalmente el precio internacional del mismo. En tanto que al precio nacional de las gasolinas lo determina esencialmente el precio internacional de estas, y el precio internacional del petróleo crudo.

El saldo de comercio exterior de las gasolinas (importaciones) en México lo reduciría esencialmente la cantidad producida de petróleo en el mundo con un periodo de retraso, en tanto que lo aumentaría la oferta de petróleo rezagada un periodo y la cantidad de vehículos que circulan en el país.

La cantidad ofertada de petróleo crudo en México se vería reducida en 0.019% cuando el precio del barril del petróleo crudo toma un valor medio dentro de la relación de los precios que determinan dicha oferta, sin embargo, cuando el precio internacional es el que toma dicho valor la cantidad ofrecida aumentaría en 0.023% respecto a la cifra estimada para el año 2015.

Ante un aumento del 20.0% en el precio internacional de las gasolinas derivado de los efectos por la aplicación de biocombustibles en el país, para el mismo año, la cantidad demandada de gasolinas en México se vería reducida en 16.13 millones de barriles anuales, es decir, cerca de un 6.47%.

El aumento de 4.2% esperado en la demanda de los biocombustibles en México derivado de las reformas a la NOM-016-CRE-2016, causaría un aumento en los precios nacionales de las gasolinas de hasta el 6.2%; a su vez, si el precio supera el mencionado aumento, esto se traduciría en una pérdida de bienestar de los consumidores en el país.

Ante los escenarios planteados en el presente estudio, la implementación de políticas públicas que incentiven el uso de los biocombustibles en México traería como consecuencia una disminución en la cantidad demandada de gasolinas en el país, así como un aumento en el precio de las mismas. Tales efectos conjuntos repercutirían en el bienestar de la sociedad, pues se pagaría más por una cantidad menor de gasolinas.

2. Recomendaciones

Ante la situación actual que viven los mercados del petróleo, la gasolina y los biocombustibles en México, se recomienda que las políticas públicas actuales y futuras sean dirigidas a impulsar la producción de petróleo en territorio nacional y a la inversión en tecnología, tanto para exploración, explotación y procesamiento del petróleo, reduciendo así las importaciones de gasolina necesarias para satisfacer la demanda doméstica de las mismas.

Así mismo, se recomienda establecer medidas más rigurosas en la celebración de contratos de futuros u otras salvaguardas en las exportaciones de las mezclas mexicanas, para asegurar así los ingresos petroleros del país, de lo contrario, se expone en sobremanera la estabilidad económica nacional ante alteraciones en los precios internacionales del petróleo, teniendo como consecuencia aumentos en los precios nacionales de las gasolinas y, por consiguiente, aumentos en los precios a los consumidores, lo que traería como resultado una disminución del poder adquisitivo y una pérdida en el bienestar de la sociedad mexicana.

El mercado de los biocombustibles en el país se encuentra en etapas tempranas de desarrollo, lo que provoca que los costos de producción sean elevados. Lo anterior trae como consecuencia que ante su implementación a nivel nacional se vislumbren como una opción poco viable ante el previsible aumento que originarían en el precio nacional de las gasolinas, sin embargo, esta situación se podría invertir ante factores que incentiven el crecimiento y desarrollo de dicho mercado, y la implementación de tecnologías más eficientes en la producción, alcanzando así economías de escala.