

Fluctuaciones en el precio y demanda de gasolina en la frontera norte de México**Price Fluctuations and the Demand for Gasoline in the Mexican Northern Border**Jorge Ibarra Salazar¹ y Lida Karina Sotres Cervantes²

RESUMEN

El objetivo del artículo es estimar la elasticidad precio de la demanda de gasolina en la región frontera norte de México, a partir del empleo de un panel de datos mensuales de las regiones mexicanas que abarca de 1997 a 2015. Los resultados revelan que la demanda de gasolina en la frontera es menos inelástica que en el interior del país. Se aporta el uso de una base de datos que incluye un mayor número de observaciones y variables económicas regionales en comparación con estudios anteriores. Se concluye que más allá de los efectos económicos que propicia el turismo asociado a la gasolina, la competencia que enfrenta el sector en la frontera norte influye en la elasticidad precio de la demanda. Esto confirma la importancia que tiene el turismo de gasolina en dicha región de México, tal como ha sido reconocido por las autoridades federales y municipales.

Palabras clave: 1. demanda de gasolina, 2. regulación de precios, 3. región frontera norte, 4. México.

ABSTRACT

The objective of the article is to estimate the price elasticity of the demand for gasoline in Mexico's Northern border based on applying monthly data of Mexican regions from 1997 to 2015. The results reveal that the demand for gasoline at the border is less inelastic than inland. A database is provided that includes more observations and regional economic variables compared to previous studies. It is concluded that beyond the economic effects of gasoline-related tourism, the competition faced by gas stations on the Northern border influences the price elasticity of demand. This confirms the importance of gasoline tourism in this region of Mexico, as has been recognized by federal and municipal authorities.

Keywords: 1. demand for gasoline, 2. price regulation, 3. Northern border region, 4. Mexico.

Recepción: 10 de diciembre de 2021

Aceptación: 31 de mayo de 2022

Publicación web: 15 de noviembre de 2022

¹ Tecnológico de Monterrey, México, jaibarra@tec.mx, <https://orcid.org/0000-0002-9581-9099>

² Investigadora independiente, México, lksotres@yahoo.com.mx, <https://orcid.org/0000-0003-3577-7170>



INTRODUCCIÓN

La existencia de sustitutos en el consumo es uno de los determinantes del grado de elasticidad de la demanda de un producto con respecto a su precio. En igualdad de condiciones, la demanda de un producto que tiene sustitutos generalmente es más elástica ante cambios en su precio. En el caso de las compras fronterizas de gasolina, Moshiri (2020) y Ghoddusi, Rafizadeh y Rahmati (2018) documentan que las provincias cercanas a la frontera en Irán, con precios inferiores a los de los países vecinos, tienen mayor elasticidad precio debido al contrabando de este combustible. Igualmente, Banfi, Filippini y Hunt (2005) encuentran que sus estimaciones de la elasticidad precio de la demanda en las estaciones de servicio ubicadas en la frontera de Suiza son mayores que las del interior del país. También en México se ha documentado este fenómeno. Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008) encontraron que la demanda es más elástica en la región frontera norte que en el resto del país.

El objetivo en este trabajo es estimar la elasticidad precio de la demanda de gasolina en la región frontera norte y compararla con aquella en el interior del país, para lo cual se emplean datos mensuales de 1997 a 2015. A diferencia del estudio de Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008), la presente investigación utiliza una serie de datos más amplia y considera variables económicas regionales para incluirlas como determinantes de la demanda de gasolina.

En este estudio se captura la diferencia de la elasticidad precio en las estaciones de servicio que enfrentaban un mercado regional distinto al de las ubicadas en el interior del país,³ cuando los precios de la gasolina eran regulados por la autoridad fiscal en México, o sea hasta 2015.

Los resultados confirman la hipótesis central y los hallazgos en otras regiones fronterizas del mundo: la demanda en la frontera norte es menos inelástica que en el interior del país y esto no varía en diferentes períodos. La existencia de un mercado regional alternativo con otra estructura y mecanismo de fijación de precios, además de las fluctuaciones en el tipo de cambio MXN-USD, efectivamente modifican la relación precio-cantidad en el mercado de gasolina fronterizo.

Esta realidad tiene implicaciones importantes de política pública en México. Para ilustrarlo, si la política regulatoria en la región fronteriza fuera igual a la del resto del país, y si el precio de la gasolina en la frontera norte de México fuera mayor al de la frontera sur de Estados Unidos, entonces en lo económico se esperaría una reducción en las ventas y en el empleo del sector gasolinero, y este efecto se podría extender a otros sectores, especialmente al comercial, tal como lo mencionan Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004). En tal caso, en el ámbito fiscal, se esperaría una recaudación menor en el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) y el Impuesto al Valor Agregado (IVA) del sector gasolinero. Esta baja en la recaudación federal tendría el potencial de reducir el monto de las transferencias que reciben los estados y municipios en todo el país, tal como apuntan Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008). También puede haber impacto ambiental en la frontera sur de Estados Unidos si la afluencia de automóviles por el

³ En este estudio se refiere a las regiones que no están ubicadas en la frontera norte de México.

denominado turismo fiscal es considerable. El tiempo de espera en los cruces fronterizos es también un factor que puede influir en el aumento de los costos económicos.

A continuación, se presenta la evolución de la demanda de gasolina y comentarios a los estudios de demanda de este combustible en la región fronteriza del norte de México. Más adelante, se expone la metodología utilizada en este estudio, los resultados del mismo y las conclusiones.

Evolución de la demanda de gasolina

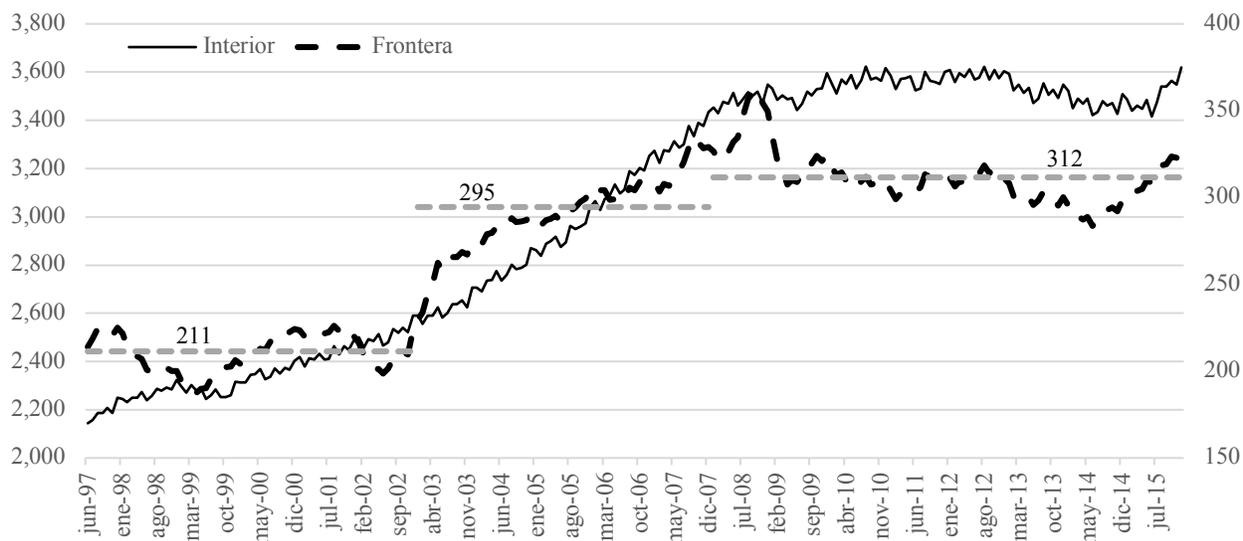
Según datos de las superintendencias de venta de Petróleos Mexicanos (Pemex), durante el período bajo estudio, el volumen promedio de ventas mensuales de gasolina (Magna y Premium) en la región frontera norte fue de 276 millones de litros (ml), mientras que en el interior del país fue de 3 015 ml. Las ventas fronterizas representaron en promedio un 8.4 por ciento de las totales en México (Secretaría de Energía, 2021).

En la gráfica 1 se muestran las series suavizadas, con promedios móviles de seis meses, de los volúmenes de venta de gasolina en la frontera norte y en el resto del país. De febrero de 1995 a diciembre de 2002, la única diferencia entre los precios de ambas regiones era el IVA, que en el área fronteriza era del 10 por ciento. De enero de 1997 a noviembre de 2002, el precio de la gasolina en la región frontera norte no estaba homologado con el del sur de Estados Unidos. El precio nominal en la frontera se registró en 2.97 MXN y el volumen de ventas mensuales fue de 207 ml, mientras que en noviembre de 2002 el precio se elevó a 5.93 MXN y el volumen de ventas mensuales fue 206 ml. En este período el promedio mensual del volumen de ventas en esa región se comportó relativamente estable, variando entre 170 y 240 ml.

De enero de 2003 a diciembre de 2007, se observa una clara tendencia positiva en el volumen de ventas de gasolina, tanto en el interior del país como en la región frontera norte. Ya con los precios de este combustible homologados en la frontera mexicana con los de la frontera sur de Estados Unidos, el volumen de ventas pasó de 252 ml en enero de 2003 a 342 ml en diciembre de 2007: un crecimiento de 35.8 por ciento. El volumen promedio mensual en dicho período fue de 295 ml.

De enero de 2008 a diciembre de 2015, se aplicó en México una política de deslizamiento en el precio de la gasolina para eliminar el subsidio que se otorgaba a través del IEPS, ya que ante el aumento en el precio del petróleo y la mecánica de fijación del precio de la gasolina en este país, el IEPS era negativo. Cuando el precio del petróleo cedió, en el primer trimestre de 2014, fue cuando desapareció el subsidio. Por esa razón, el precio nominal de las gasolinas en 2015 no tuvo modificaciones. En ese período en el que el precio tenía deslizamientos mensuales controlados, el volumen de ventas de gasolina promedio mensual en la región fronteriza fue de 312 ml. En el cuadro 1 se observa que, durante ese período, el volumen de ventas tiene una tendencia negativa.

Gráfica 1. Volumen de ventas de gasolina en la región frontera norte y en el interior de México (de junio de 1997 a diciembre de 2015)



Nota: El volumen de ventas en la región frontera norte se mide en el eje de la derecha.

Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Energía (2021).

Literatura

A pesar de ser un asunto central en las políticas de precios y fiscal en el mercado de gasolina mexicano, el análisis de la demanda de este combustible en la región frontera norte de México no ha recibido la atención que merece. Desde la década de 1990 y hasta antes de la liberación de los precios en 2017, en función de la evolución del precio internacional del petróleo y del tipo de cambio MXN-USD, los precios de la gasolina en la frontera norte tuvieron períodos de homologación con los precios del sur de EE. UU. así como períodos de precios uniformes con el interior del país. En términos de la política fiscal, en la región frontera norte se han fijado tasas de IVA a la gasolina por debajo de la tasa nacional. En efecto, el mercado de gasolina en la frontera norte de México ha sido objeto de un tratamiento especial en la política de precios regulados y en la política fiscal. Sin embargo, los estudiosos de ese sector para esa región no han hecho justicia a su relevancia: existen solamente cuatro artículos publicados sobre la demanda de gasolina en la región frontera norte de México (Fullerton *et al.*, 2012; Ibarra Salazar y Sotres Cervantes, 2008; Ayala Gaytán y Gutiérrez González, 2004; Haro López e Ibarrola Pérez, 1999).

Los trabajos de Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004) y Haro López e Ibarrola Pérez (1999) utilizan datos mensuales de las zonas fronterizas que en 1991 se definieron para implementar una política de homologación con los precios de Estados Unidos.⁴ En efecto, de 1991

⁴ La zona IA comprende los municipios de Tijuana, Rosarito y Tecate, en Baja California; la IB incluye sólo a Mexicali; la zona II comprende los municipios de Nogales, Cananea, Naco, Puerto Peñasco, Plutarco

a 1995, los precios de este combustible en la frontera norte de México se igualaron con los que prevalecían en la frontera sur de EE. UU. en las seis zonas que se definieron para tal propósito. La depreciación del peso mexicano propició que finalizara esta política a principios de 1995 y, a partir de febrero de ese año, los precios fueron uniformes en todo México, con tasa de IVA de 10 por ciento en la frontera norte. La evolución del precio del petróleo que motivó una reducción en el precio de la gasolina en EE. UU., contrastó con el aumento continuo de los precios en México y, debido a ello, a partir de 1997 los precios en la frontera sur de EE. UU. fueron menores que los de México (Ibarra Salazar y Sotres Cervantes, 2008; Ayala Gaytán y Gutiérrez González, 2004; Haro López e Ibarrola Pérez, 1999). Ante esta situación imperante hacia finales de la década de 1990, los trabajos de Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004) y Haro López e Ibarrola Pérez (1999) analizan la demanda para observar los efectos de la homologación de los precios de la gasolina en la región fronteriza México-EE. UU., medida que eventualmente fue implementada a partir de noviembre de 2002 (Ibarra Salazar y Sotres Cervantes, 2008). Así, Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004) estimaron que la homologación de precios en 2000 causaría que la demanda fuera de 3 500 millones de litros, lo cual comparado con los 2 579 millones de litros vendidos en ese año, significa que los precios uniformes tendrían un efecto de 36 por ciento de aumento en las ventas de gasolina.

La política cambiante de precios en la frontera norte en esos años motivó también el estudio de Haro López e Ibarrola Pérez (1999), aunque el tema principal en este caso es el efecto fiscal. La estimación de elasticidades es un elemento importante para determinar el efecto de la política de precios y fiscal en la recaudación del IEPS y del IVA.

En un contexto diferente se encuentra el estudio de Fullerton *et al.* (2012), que analiza la demanda de gasolina en Ciudad Juárez, Chihuahua, considerando datos mensuales de enero de 2000 a diciembre de 2009. Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008), si bien estudian este mismo tema, utilizan un panel de datos mensuales de las entidades federativas mexicanas, ya que su propósito es comparar la sensibilidad de la demanda ante cambios en su precio en la frontera norte y en la región no fronteriza.

El artículo de Fullerton *et al.* (2012) aplica técnicas de estimación de series de tiempo (funciones de transferencia de modelo de Media Móvil Autorregresiva Integrada [ARIMA]) para estudiar la dinámica de la demanda en una de las ciudades más importantes de la región frontera norte de México. Las consideraciones dinámicas en el modelo de demanda también aparecen en el trabajo de Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004), ya que para capturar este aspecto incluyen variables binarias para controlar por la estacionalidad y las ventas rezagadas en un período. Con

Elías Calles, Caborca, Altar, Sáric y Agua Prieta, en Sonora; la zona III abarca los municipios de Janos, Ascensión, Ciudad Juárez, Práxedes Guerrero, Guadalupe, Coyame, Ojinaga y Benavides, en Chihuahua; en la zona IV se incluyen los municipios de Ocampo, Acuña, Jiménez, Zaragoza, Piedras Negras, Nava, Guerrero e Hidalgo, en Coahuila, así como los municipios de Anáhuac, en Nuevo León, y Nuevo Laredo, en Tamaulipas; y la zona V abarca los municipios de Guerrero, Ciudad Mier, Miguel Alemán, Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Río Bravo, Valle Hermoso, Matamoros y Reynosa, en Tamaulipas.

esta estructura les fue posible estimar la diferencia entre las elasticidades de corto y largo plazo con respecto a las variables independientes.

El turismo de gasolina provoca una serie de consecuencias en los mercados fronterizos de este combustible. Un caso documentado se ubica en Luxemburgo, donde se cargan menos impuestos en comparación con los países vecinos (Alemania, Francia y Bélgica). En este país, el denominado *tank tourism* representa para el gobierno una fuente de ingreso fiscal importante, pero también un problema de medio ambiente (Luxembourg Times, 2014). Se estimaba que en 2016, 77 por ciento de la demanda provenía de no residentes (Toussaint, 2019). Las consecuencias directas de este fenómeno se pueden observar en el mercado de gasolina (ventas, empleo, entre otras variables), en el sector comercial en general, en la recaudación de impuestos, en la contaminación ambiental (por el aumento en el tráfico y congestión), y en el bienestar de los consumidores (Kennedy, Lyons, Morgenroth y Walsh, 2017; Leal, López-Laborda y Rodrigo, 2010). El efecto del turismo de gasolina en el sector comercial es analizado en Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004), mientras que las consecuencias fiscales, aunque no en la recaudación, sino en el reconocimiento de las consecuencias más allá de la región fronteriza, han sido plasmados en Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008). Así, la política de precios y fiscal hacia la frontera afecta la recaudación de impuestos federales (IVA e IEPS) y, por tanto, influye también en el monto de transferencias que se distribuyen entre todas las entidades federativas y municipios mexicanos. Debido a ello, Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008) reconocen que este fenómeno gestado en la frontera norte tiene consecuencias en los ingresos fiscales de todos y cada uno de los gobiernos subnacionales en el país.

Los efectos directos del turismo de gasolina en la frontera México-EE. UU., así como los indirectos sobre el sector comercial, no han sido dimensionados; aún menos lo han sido las consecuencias en el medio ambiente a raíz de este fenómeno. Las consecuencias fiscales, si bien han sido identificadas, tampoco han sido estimadas.

Las variables económicas de control cuando se utilizan datos regionales pueden representar un reto complejo. En el caso de los estudios de demanda de gasolina con estructura de datos regional y frecuencia mensual, hay una limitante importante para disponer de variables que permitan controlar por las características económicas y socio demográficas (Ghoddusi, Morovati y Rafizadeh, 2019). El entorno económico es incluido de diversas maneras en los estudios de demanda en la región fronteriza. El trabajo de Fullerton *et al.* (2012) incluye el empleo formal en Ciudad Juárez; por su parte, Haro López e Ibarrola Pérez (1999) crearon una figura de ingreso per cápita de las distintas zonas fronterizas a partir de los datos del Producto Interno Bruto (PIB) estatal y usaron también el índice de ventas al menudeo del sector comercial, que está disponible para ciudades particulares. Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004) incluyen las remuneraciones al personal de la industria maquiladora y la población ocupada en dicha industria. Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008) incluyen una serie de variables económicas para valorar la consistencia de sus resultados: utilizan tanto algunas que solo están disponibles a escala nacional (índice de volumen físico de la actividad industrial y el índice coincidente), como aquellas que en su momento estaban disponibles a escala regional (índice de ventas netas al menudeo de

establecimientos comerciales, tasa general de desempleo abierto, índice de volumen físico de producción de la industria manufacturera, así como índice de volumen físico de la generación y distribución de electricidad).

En cuanto a los resultados, Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004) encuentran que la elasticidad precio relativo de la demanda de gasolina de corto plazo va desde -0.104 en la zona IB (Mexicali) hasta -0.41 en la zona IV (Coahuila); mientras que la de largo plazo va desde -0.131 en la zona IA (Baja California) hasta -1.696 en la zona IV (Coahuila).

Los resultados de Haro López e Ibarrola Pérez (1999) indican que la elasticidad precio va de -0.153 en la zona 1B (Mexicali) hasta -0.608 en la zona IV (Coahuila). En la región frontera norte la elasticidad estimada es -0.415. También estiman la elasticidad precio para los estados fronterizos: para Baja California su estimado es -0.156; para Sonora, -0.309; para Chihuahua, -0.367; para Coahuila, -0.407; para Nuevo León, -0.092, y para Tamaulipas, -0.543.

Fullerton *et al.* (2012) estiman que la elasticidad precio de la demanda por gasolina en Ciudad Juárez es -0.57. Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008) muestran evidencia de que la demanda de gasolina es menos inelástica en la frontera norte que en el interior del país. De acuerdo con las distintas especificaciones, en las que incluyen diferentes variables económicas, estiman que la elasticidad en la región frontera norte varía entre -0.67 y -1.57, mientras que para el resto del país va desde -0.15 hasta -1.06.

En el cuadro 1 se muestran en forma comparativa algunas de las características de los estudios descritos.

Cuadro 1. Estudios sobre demanda de gasolina en la región frontera norte de México

Zona Fronteriza	El presente estudio	Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008)	Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004)	Haro López e Ibarrola Pérez (1999)
Datos	Panel de datos mensual de los estados mexicanos, de enero de 1997 a diciembre de 2015.	Panel de datos mensual de los estados mexicanos, de enero de 1997 a diciembre de 2003.	Serie de tiempo mensual de las zonas fronterizas, de enero de 1993 a mayo de 2001.	Serie de tiempo mensual de las zonas fronterizas, de enero de 1995 a julio de 1999.
Variables independientes	Precio, económicas, número de automóviles registrados en circulación. Variables binarias para identificar la región fronteriza.	Precio, económicas, número de automóviles registrados en circulación. Variables binarias para identificar la región fronteriza.	Precio relativo, económicas, ventas de gasolina rezagadas un mes. Variables binarias para estacionalidad.	Precio relativo, económicas.
Método estimación	OLS con la corrección Newey-West.	OLS con la corrección Newey-West.	OLS	OLS
Elasticidades precio estimadas				
Zona IA (B)	-0.35	-0.71	-0.119	-0.296
Zona IB Mexicali (B)	ND	ND	-0.104	-0.112
Zona II (S)	-1.28	-1.93	-0.238	ND
Zona III (CH)	-0.69	-1.16	-0.107	-0.438
Zona IV (C)	ND	ND	-0.410	-0.639
Zona V (T)	-0.62	-1.22	-0.240	-0.505

Nota: La nota a pie de página 4 muestra los municipios incluidos en cada zona. Este estudio y el de Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008) utilizan datos de las agencias de Pemex que se ubican en las ciudades de la frontera norte. Los trabajos de Ayala Gaytán y Gutiérrez González (2004) y Haro López e Ibarrola Pérez (1999) son basados en datos de las zonas fronterizas referidas en la misma nota. B=Baja California, S=Sonora, CH=Chihuahua, C=Coahuila y T=Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los artículos referidos.

METODOLOGÍA

Como lo hacen notar Ghoddusi *et al.* (2019), los estudios sobre la demanda agregada de gasolina, además del precio, incluyen como variables independientes el ingreso de los consumidores y el número de vehículos. El precio y el ingreso de los consumidores se consideran los determinantes de la demanda de productos por excelencia. Ya que la demanda de gasolina se considera derivada de la demanda de transporte en automóvil, es una forma reducida de ella, un insumo de la demanda por transporte incluye información sobre el número de vehículos (Dahl, 1979; Archibald y Gillingham, 1980). Por conveniencia, cuando el objetivo es estimar elasticidades, se especifica la demanda en forma lineal en los logaritmos naturales, ya que los parámetros en dicha forma funcional representan elasticidades. Nuestro modelo de referencia es:

$$\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon. \quad (1)$$

donde G es la demanda de gasolina, P es el precio de la gasolina por unidad, Y es el ingreso de los consumidores, V es el número de vehículos registrados y ε es el término de error. La unidad de observación de cada variable tiene dos dimensiones: tiempo y región. La primera tiene una frecuencia mensual que va de enero de 1997 a diciembre de 2015, mientras que la segunda corresponde a las secciones cruzadas que son las entidades federativas en las que existen superintendencias de ventas, agencias de ventas, bodegas, terminales terrestres y marítimas de Pemex, y las zonas fronterizas en que se pudieron identificar estos puntos de venta asociados con las estaciones de servicio de las mismas.

El período considerado en este estudio termina en 2015, último año en que la autoridad fiscal mexicana fijó los precios de las gasolinas en México. Dos razones justifican que en éste se utilicen datos hasta entonces: la primera está relacionada con la disponibilidad de los precios regionales; la segunda, con la modificación en la regulación de precios hacia el sector. Como se comenta más adelante, a partir de 2016 la mecánica en la fijación del IEPS fue diferente, aunado a que ese año fue de transición para que en 2017 se liberaran los precios de las gasolinas. Aunque se puede acceder a los datos de las ventas de gasolina regional después de 2015, no se cuenta con los datos de los precios de las gasolinas a escala regional a partir de ese año, tal como se requiere para estimar los modelos que se especifican en este trabajo. Con la desregulación de la industria gasolinera, los precios ya no son uniformes en el interior ni en la región frontera norte del país. Además de esto, creemos que este cambio estructural en la regulación de precios a escala nacional merece ser estudiado para determinar si trajo como consecuencia modificaciones en la elasticidad precio de la gasolina.

Haciendo esta regionalización de la demanda de gasolina, el parámetro α_1 en la ecuación (1) proporciona una estimación de la elasticidad precio de la gasolina para México. Este valor puede contrastarse con las estimaciones existentes de la elasticidad a escala nacional (Ortega Díaz y Medlock, 2021; Sánchez, Islas y Sheinbaum, 2015; Reyes, Escalante y Matas, 2010; Crôtte, Noland y Graham, 2010; Galindo, 2005; Eskeland y Feyzioglu, 1997; Berndt y Botero, 1985), aunque la estructura de datos y los métodos de estimación puedan diferir a los empleados en este

trabajo. El parámetro α_2 representa la elasticidad ingreso y α_3 la elasticidad de la demanda de gasolina con respecto al número de vehículos registrados.

En el segundo modelo, incorporamos una variable binaria para indicar cuáles son las observaciones que corresponden a la región fronteriza (D_F). Esta variable toma el valor de uno para todos los meses que tenemos en nuestra base de datos, si la observación se refiere a la región frontera norte. Éstas incluyen cuatro secciones cruzadas para las zonas fronterizas de Baja California, Sonora, Chihuahua y Tamaulipas. Al multiplicar al logaritmo natural del precio de la gasolina, el parámetro α_F de la ecuación (2) captura la diferencia entre la elasticidad precio de la demanda en la región frontera norte comparada con la del resto del país.

$$\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_F D_F \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon. \quad (2)$$

En la especificación (2), la elasticidad precio de la demanda para el interior del país es α_1 , mientras que la elasticidad de la región frontera norte, cuando $D_F=1$, es $\alpha_1+\alpha_F$. Nuestra hipótesis es que el parámetro α_F es negativo y estadísticamente diferente de cero. Esto haría que el valor absoluto de la elasticidad de la demanda en la región frontera norte fuera mayor y, por tanto, la demanda en la región frontera norte fuera menos inelástica (o más elástica) con respecto al precio en comparación con la demanda en el resto del país. El parámetro α_F captura el efecto frontera norte sobre la elasticidad precio de la demanda de gasolina. La prueba de significancia sobre este parámetro permite valorar la evidencia sobre el efecto frontera norte. Tomando el valor de la elasticidad en el resto del país, este efecto proporciona el cambio en la elasticidad precio de la demanda para la región frontera norte de México.

Resulta de interés determinar si hay evidencia de cambio estructural en el mercado de la gasolina, particularmente con relación al efecto frontera en dicho mercado, desde el estudio de Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008), que utilizó datos hasta diciembre de 2003. A partir de los primeros años de la década de 2000 hubo modificaciones importantes en la política de precios de los combustibles. En la región frontera norte, desde el último mes de 2002 se homologaron los precios de la gasolina en las ciudades fronterizas con su ciudad par de Estados Unidos. Por el aumento en el precio internacional del petróleo, el precio de la gasolina en la frontera norte era superior que en el resto del país. Así, a partir del 6 de mayo, los precios en esa región se fijaron en el nivel mínimo que registraron en la semana del 11 al 17 de abril de 2006. De acuerdo con el comunicado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), eso implicó una reducción de más de 10 por ciento con respecto a los precios vigentes el 24 de abril de ese año. Ese nivel se mantendría hasta que las referencias internacionales se situaran por debajo del nivel anunciado y a partir de entonces seguirían a su referencia del sur de EE. UU. (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2006).

A escala nacional, el esquema de precios administrados para los combustibles tuvo como consecuencia que los precios internos no siguieran la tendencia ni del precio del petróleo, ni de la referencia que se toma para determinar el IEPS a las gasolinas. Entre enero de 2000 y julio de 2008 la gasolina regular aumentó su precio cerca de 50 por ciento al pasar de 4.81 a 7.21 MXN por litro, aunque el precio de la gasolina en la costa estadounidense del Golfo de México (USGC) aumentó

198 por ciento, siguiendo la tendencia del precio internacional de petróleo tipo Brent (Comisión Federal de Competencia Económica [Cofece], 2019). Esta tendencia contrasta con la observada entre enero de 2010 y marzo de 2018, cuando el precio de la gasolina aumentó aproximadamente 10 MXN por litro, aunque entre mediados de junio de 2014 y enero de 2016 sufriera una caída notable el precio de petróleo, de 148.26 a 34 USD por barril.

Para mantener la política de precios uniforme a escala nacional, hasta diciembre de 2015, la tasa de IEPS mensual se ajustaba para acomodar el precio de referencia (USGC) y el precio fijado por la SHCP. Cuando el precio de referencia se situó por arriba del precio de comercialización, el impuesto fue negativo, implicando de esa forma un subsidio a los combustibles. En 2008 esta situación se tornó insostenible ya que el subsidio fue de 242 000 millones de MXN. Para eliminarlo en forma gradual, los precios tuvieron incrementos mensuales administrados. Esta política de deslizamiento, aunada a reducciones en el precio del petróleo desde el segundo trimestre en 2014, revirtió esta situación. A partir de 2016, el IEPS es un impuesto fijo (Cofece, 2019).

Para averiguar si han cambiado las elasticidades precio de la demanda de gasolina en las regiones frontera y no frontera, partiendo del modelo (2), introdujimos una variable binaria temporal. Definimos la variable D_E que toma el valor de uno en cada observación de sección cruzada si t es igual a una fecha del período I (entre enero de 1997 y diciembre de 2003), y toma el valor de cero si t es igual a una fecha del período II (enero de 2004 a diciembre de 2015). El estudio de Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008) utiliza datos del período I. Nuestras estimaciones pudieran diferir en ese período por las variables económicas a escala regional que usamos en este trabajo. Además de la comparación con el período I, esta formulación nos permitirá probar si hubo cambio estructural en la elasticidad precio de la demanda al comparar las elasticidades precio en los períodos I y II. El modelo que incorpora esta variable dicotómica temporal es:

$$\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_F D_F \ln P + \alpha_E D_E \ln P + \alpha_{EF} D_E D_F \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon. \quad (3)$$

En la ecuación (3), la elasticidad precio de la demanda en la región frontera norte ($D_F = 1$) durante el período I ($D_E = 1$) es $\alpha_1 + \alpha_F + \alpha_E + \alpha_{EF}$, y en el período II es $\alpha_1 + \alpha_F$. Así entonces, la prueba de hipótesis para averiguar si $\alpha_E + \alpha_{EF} = 0$ nos indicará si hubo un cambio en la elasticidad precio de la demanda en la región frontera norte entre los períodos I y II. En el caso del interior del país, la diferencia en la elasticidad precio de la demanda entre los períodos la determina el parámetro α_E . Ahora bien, en el período I, el efecto frontera norte en la demanda de gasolina es estimado por $\alpha_F + \alpha_{EF}$; mientras que en el período II es igual a α_F . Se puede notar que la estructura en el modelo (3) incluye la dimensión temporal (período I vs período II) y la regional (frontera norte comparada con el interior del país), parecida a aquella de los modelos de Diferencias en Diferencias (Angrist y Pischke, 2015).

El parámetro α_{EF} es la diferencia en el cambio en la elasticidad de ambas regiones entre los períodos I y II. Así, ese parámetro es la diferencia entre $\alpha_E + \alpha_{EF}$, el cambio en la elasticidad entre los períodos de la región frontera norte y α_E , el cambio en elasticidad de la región no fronteriza. También representa la diferencia en la elasticidad entre la región fronteriza y la no fronteriza en el período I ($\alpha_F + \alpha_{EF}$) y α_F , que es el contraste en elasticidad entre esas regiones en el período II.

En el cuarto modelo nos concentramos en las diferencias de la elasticidad precio de la demanda de gasolina entre las distintas zonas de la frontera norte. Por eso incluimos variables binarias que identifican las distintas zonas fronterizas (D_j):

$$\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \sum_j \alpha_j D_j \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon. \quad (4)$$

donde j =Baja California (B), Sonora (S), Chihuahua (CH) y Tamaulipas (T). Los parámetros α_j representan el efecto frontera de cada zona fronteriza. Esto es así ya que mientras α_1 es la elasticidad precio de la demanda del interior del país, $\alpha_1 + \alpha_j$ es la elasticidad de la zona fronteriza j =B, S, CH, T. La prueba de hipótesis para determinar si la demanda es menos inelástica en cada zona fronteriza consiste en rechazar la hipótesis nula $\alpha_j=0$, en favor de la hipótesis alterna en que $\alpha_j < 0$, para cada región fronteriza j . Un asunto de interés es también averiguar si este efecto frontera es uniforme. En caso de serlo, entonces $\alpha_B = \alpha_S = \alpha_{CH} = \alpha_T$.

Para aproximar la demanda de gasolina (G) empleamos el volumen de ventas internas mensuales de gasolina Nova, Magna y Premium realizadas a través de las superintendencias de ventas, agencias de ventas, bodegas, terminales terrestres y marítimas de Pemex. Estos datos se obtuvieron del Sistema de Información Energética (SIE) de la Secretaría de Energía. Las salidas de gasolina de tales puntos de venta de Pemex las asignamos a la entidad federativa en donde se ubican. No existen agencias en Quintana Roo y Tlaxcala, razón por la cual dichas entidades no están incluidas en la base de datos. Por otro lado, se consideran observaciones adicionales en las zonas fronterizas de Baja California, Sonora, Chihuahua y Tamaulipas. Para la primera, se incluyeron las superintendencias de ventas de Mexicali y de Rosarito; para la de Sonora, la bodega foránea en Cananea y la superintendencia de ventas en Nogales; para la zona fronteriza de Chihuahua, la superintendencia de ventas en Ciudad Juárez, y para la de Tamaulipas, las de Nuevo Laredo y Reynosa. De esa forma, el panel de datos está compuesto por 34 secciones cruzadas: 30 entidades federativas y 4 zonas fronterizas. Dado que no existen superintendencias de Pemex en el área fronteriza de Nuevo León y Coahuila, no incorporamos a estas zonas como fronterizas en la base de datos.

El precio de la gasolina (P) es el precio mensual promedio por litro de las gasolinas Nova, Magna y Premium. Este dato se obtuvo de la publicación Indicadores Petroleros (Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales [Inai], 2021), en la cual el precio se diferencia para la zona frontera norte y para el resto del país.⁵ Por lo tanto, para las 30 entidades federativas se toma el precio de la gasolina del resto del país, mientras que para las 4 zonas fronterizas de Baja California, Sonora, Chihuahua y Tamaulipas, se toma el precio de la frontera norte. Se presenta en MXN constantes de 2018.

La variable V se refiere al número de automóviles registrados en circulación en cada entidad federativa. Este dato es anual y proviene de las estadísticas de Vehículos de Motor Registrados en Circulación (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], s. f.g). Por su frecuencia anual,

⁵ Dado que esta información dejó de publicarse en el sitio web de Inegi, se realizó una solicitud de información al Instituto Nacional de Acceso a la Información (Inai) sobre el precio mensual de las gasolinas automotrices para el período 2007 a 2015, tanto para la frontera norte como para el resto del país. La solicitud fue enviada el 21 de mayo de 2021 y se recibió respuesta el 9 de agosto de 2021.

el dato se repite para todos los meses del año que corresponda. Una limitante adicional de esta variable es que no captura los vehículos irregulares ni los de residentes o ciudadanos americanos que viven en la frontera norte de México.⁶

Para aproximar el ingreso de los consumidores (Y) tomamos el PIB estatal. Al igual que la variable anterior, este dato tiene una frecuencia anual, por lo que se repite el mismo dato en todos los meses de un año. Se obtuvo del Sistema de Cuentas Nacionales de México (Inegi, s. f.f) y las unidades son miles de millones de MXN en términos reales (2013=100). También empleamos otros indicadores económicos como variables de control para capturar la evolución general de la economía y que además tuvieran una mayor desagregación temporal:

1) Índice de volumen físico de la industria manufacturera (MAN), disponible en forma trimestral y a escala regional.

2) Índice de volumen físico de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y gas por ductos al consumidor final (ELEC), con frecuencia trimestral y disponible a escala regional.

3) Índice de actividad industrial (IND), con frecuencia mensual y desagregado por entidad federativa.

4) Índice coincidente de la actividad económica (ICO), con frecuencia mensual y a escala nacional, por lo que el indicador es igual en todas las entidades federativas.

5) Indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAE), con frecuencia trimestral y desagregación por estado. Es un indicador de coyuntura que ofrece un panorama general de la economía en las entidades federativas. Se integra con los resultados de la Encuesta Nacional de Empresas Constructoras, la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera y la Encuesta Mensual sobre Empresas Comerciales.

Las variables MAN, ELEC e IND sólo están disponibles a partir de enero de 2003, por lo que las estimaciones donde se incluyen tienen menos observaciones (Inegi, s. f.c, d, f). Solo tomamos una variable económica a la vez para estimar los distintos modelos.

El cuadro 2 presenta la descripción de variables y fuentes de información. Usamos 7 752 observaciones (228 meses para 34 secciones cruzadas). La estadística descriptiva y la matriz de correlaciones se presentan en el cuadro 3.

Al igual que Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008), los modelos fueron estimados usando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, corrigiendo los errores a través del método Newey-West. Hacemos notar que la propia especificación de los modelos supone que no hay otras variables independientes que puedan causar diferencias en la demanda de gasolina entre las regiones mexicanas. Para valorar la robustez de nuestros resultados, estimamos distintas regresiones de cada modelo incluyendo las diferentes aproximaciones del ingreso de los consumidores y evolución de las economías regionales.

⁶ Agradecemos a un dictaminador anónimo que nos hizo notar esta limitación en la variable de vehículos registrados.

Cuadro 2. Descripción de variables y fuentes de información

Variable	Descripción	Período	Frecuencia	Cobertura	Fuente
G	Volumen de ventas internas de gasolinas Nova, Magna y Premium en litros.	1997-2015	Mensual	Regional	Secretaría de Energía, 2021
P	Precio promedio de gasolinas Nova, Magna y Premium por litro (MXN constantes de 2018).	1997-2015	Mensual	Regional	Inai, 2021
V	Número de automóviles registrados en circulación.	1997-2015	Anual	Regional	Inegi, s. f.g
PIB	Producto Interno Bruto estatal, base 2013=100 (miles de millones de MXN constantes de 2013).	1997-2015	Anual	Regional	Inegi, s. f.f
MAN	Índice de volumen físico de la industria manufacturera (2013=100).	2003-2015	Trimestral	Regional	Inegi, s. f.e
ELEC	Índice de volumen físico de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y gas por ductos al consumidor final (2013=100).	2003-2015	Trimestral	Regional	Inegi, s. f.d
IND	Índice de actividad industrial (2013=100).	2003-2015	Mensual	Regional	Inegi, s. f.c
ICO	Índice coincidente de la actividad económica (2013=100).	1997-2015	Mensual	Nacional	Inegi, s. f.b
ITAEE	Indicador trimestral de la actividad económica estatal (2013=100).	1997-2015	Trimestral	Regional	Inegi, s. f.a
D _F	Toma el valor de uno (1) para las zonas fronterizas de Baja California, Sonora, Chihuahua y Tamaulipas, y cero en cualquier otro caso.	1997-2015			Construcción propia
D _E	Toma el valor de uno (1) para t=enero de 1997 a diciembre de 2003 y cero (0) en cualquier otro caso.	1997-2015			Construcción propia
D _B	Toma el valor de uno (1) para la zona fronteriza de Baja California, y cero (0) en cualquier otro caso.	1997-2015			Construcción propia
D _{CH}	Toma el valor de uno (1) para la zona fronteriza de Chihuahua, y cero (0) en cualquier otro caso.	1997-2015			Construcción propia
D _S	Toma el valor de uno (1) para la zona fronteriza de Sonora, y cero (0) en cualquier otro caso.	1997-2015			Construcción propia
D _T	Toma el valor de uno (1) para la zona fronteriza de Tamaulipas, y cero (0) en cualquier otro caso.	1997-2015			Construcción propia

Fuente: Elaboración propia con base en las fuentes de información señaladas en este cuadro.

Cuadro 3. Estadística descriptiva y matriz de correlaciones

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	N
G	96 729 561	600 000 000	5 059 850	87 399 260	7 752
P	12.32	16.07	9.65	1.48	7 752
V	560 124	4 626 870	29 793	664 257	7 752
PIB	444.07	2 869.79	61.38	423.85	7 752
MAN	95.67	131.03	53.47	12.16	5 304
ELEC	89.45	340.16	26.64	22.96	5 304
IND	94.72	181.01	48.48	15.08	5 304
ICO	95.32	107	77.7	5.57	7 752
ITAE	86.93	148.51	50.49	13.95	7 752

	G	P	V	PIB	MAN	ELEC	IND	ICO	ITAE
G	1.0000								
P	0.1458	1.0000							
V	0.8431	0.2417	1.0000						
PIB	0.8547	0.1098	0.8662	1.0000					
MAN	0.1859	0.4201	0.1906	0.1740	1.0000				
ELEC	-0.0092	0.5748	0.0531	-0.0098	0.2402	1.0000			
IND	0.0860	0.4176	0.1339	0.1952	0.5954	0.4026	1.0000		
ICO	0.1224	0.7547	0.1899	0.0969	0.4303	0.4314	0.3931	1.0000	
ITAE	0.0900	0.6915	0.1885	0.2041	0.5250	0.4979	0.8227	0.6165	1.0000

Fuente: Elaboración propia con base en las fuentes de información presentadas en el cuadro 2.

RESULTADOS

En el cuadro 4 se muestran los resultados del modelo 1, que no incluye la identificación de las zonas fronterizas. Podemos notar que, en las primeras cinco regresiones, los parámetros que representan las elasticidades con respecto al precio de la gasolina (P) son negativas, aunque en ningún caso es el parámetro estadísticamente significativo. La elasticidad de la demanda con respecto al número de vehículos en circulación (V) es, en todos los casos, positiva y estadísticamente diferente de cero. El valor estimado en este modelo varía entre 0.57 y 0.62. Con relación a las distintas variables que usamos para aproximar el ingreso de los consumidores, podemos observar que los signos obtenidos no son uniformes. La aproximación que hicimos a través del PIB estatal muestra una relación directa y el parámetro es estadísticamente significativo. La elasticidad ingreso estimada en la regresión es 0.08. En esa misma regresión la elasticidad precio de la demanda estimada es -0.05. El modelo 1 nos proporciona una figura de la elasticidad precio de la demanda por gasolina a escala nacional. En la regresión 1 del cuadro 4, que no incluye variable económica de control, el estimado de esta elasticidad es -0.11.

Cuadro 4. Resultados de las estimaciones del modelo 1,
 $\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon$

Regresión	1	2	3	4	5	6	7
Constante	10.45 (21.79)*	10.50 (21.74)*	10.45 (11.23)*	10.99 (18.35)*	11.69 (15.52)*	11.53 (6.13)*	11.65 (21.99)*
ln P	-0.11 (-0.51)	-0.05 (-0.25)	-0.38 (-1.50)	-0.23 (-0.82)	-0.11 (-0.43)	0.01 (0.03)	0.51 (1.98)*
ln V	0.62 (26.45)*	0.57 (15.45)*	0.61 (23.04)*	0.61 (23.16)*	0.62 (23.81)*	0.62 (26.47)*	0.62 (27.25)*
ln PIB		0.08 (1.90)**					
ln MAN			0.17 (0.87)				
ln ELEC				-0.04 (-0.46)			
ln IND					-0.28 (-1.85)**		
ln ICO						-0.30 (-0.59)	
ln ITAEE							-0.63 (-5.11)*
Adj R ²	0.4644	0.4665	0.4261	0.4255	0.4279	0.4645	0.4717
N	7 752	7 752	5 304	5 304	5 304	7 752	7 752

Nota: Los estadísticos t-student se observan entre paréntesis debajo de los parámetros estimados. Las cifras con un asterisco (*) tienen significancia con p-valor <0.05. Las cifras con dos asteriscos (**), tienen significancia con p-valor <0.10. El cuadro 2 contiene la descripción de las variables y fuentes de información.

Fuente: Elaboración propia con base en el método Mínimos Cuadrados Ordinarios con la corrección Newey-West.

Los resultados de la estimación del modelo 2, que identifica la región frontera norte, se muestran en el cuadro 5. Los parámetros de las distintas variables que incluimos para controlar por la evolución del ingreso de los consumidores y/o la actividad económica regional, no resultaron ser estadísticamente diferentes de cero, con excepción del ITAEE, aunque su signo no es el esperado. Además, el signo obtenido para los parámetros de estas variables no es consistente en las distintas regresiones. Este resultado es contrario a lo que podemos apreciar con respecto a la variable que controla por las diferencias en los vehículos registrados en circulación (V). El parámetro de la variable lnV es positivo y estadísticamente significativo en todas las regresiones. Además de eso, el valor estimado del parámetro es consistente en las diferentes regresiones que se muestran en el cuadro 5. En la regresión 1 del cuadro 5, la elasticidad de la demanda de gasolina con respecto a los vehículos registrados es 0.69.

Cuadro 5. Resultados de las estimaciones del modelo 2,
 $\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_F D_F \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon$

Regresión	1	2	3	4	5	6	7
Constante	10.48 (24.63)*	10.30 (12.94)*	10.83 (20.00)*	11.32 (17.06)*	9.27 (5.49)*	11.12 (22.86)*	10.51 (24.53)*
ln P	-0.47 (-2.46)*	-0.64 (-2.52)*	-0.60 (-2.28)*	-0.43 (-1.63)	-0.61 (-2.30)*	-0.14 (-0.52)	-0.44 (-2.24)*
D _F ln P	-0.35 (-8.77)*	-0.33 (-7.17)*	-0.33 (-7.10)*	-0.33 (-6.93)*	-0.35 (-8.78)*	-0.35 (-8.42)*	-0.35 (-8.61)*
ln V	0.69 (30.75)*	0.67 (27.24)*	0.68 (26.27)*	0.68 (27.49)*	0.69 (30.73)*	0.69 (31.33)*	0.67 (18.13)*
ln MAN		0.19 (1.00)					
ln ELEC			0.04 (0.45)				
ln IND				-0.18 (-1.13)			
ln ICO					0.34 (0.74)		
ln ITAEE						-0.33 (-2.29)*	
ln PIB							0.04 (1.11)
Adj R ²	0.5743	0.5371	0.5364	0.5373	0.5745	0.5763	0.5749
N	7 752	5 304	5 304	5 304	7 752	7 752	7 752
Elasticidades precio estimadas							
Interior del país	-0.47	-0.64	-0.60	-0.43	-0.61	-0.14	-0.44
Región fronteriza norte	-0.83	-0.96	-0.93	-0.75	-0.96	-0.49	-0.79

Nota: Estadísticos t-student se observan entre paréntesis debajo de los parámetros estimados. Las cifras con un asterisco (*) tienen p-valor <0.05. Las cifras con dos asteriscos (**) tienen p-valor <0.10. El cuadro 2 contiene la descripción de las variables y fuentes de información.

Fuente: Elaboración propia con base en el método Mínimos Cuadrados Ordinarios con la corrección Newey-West.

El parámetro de ln P, que muestra la elasticidad precio de la demanda en la región no fronteriza, es negativo y estadísticamente diferente de cero en todas las regresiones del cuadro 5, excepto en las regresiones 4 y 6. Los valores estimados varían de -0.14 en la regresión 6, a -0.64 en la regresión 2. Por la inconsistencia de los resultados obtenidos con respecto a nuestras aproximaciones del ingreso de los consumidores, si tomáramos la regresión 1 como la representativa de nuestros resultados, entonces el estimado de la elasticidad precio de la demanda de gasolina en el interior del país sería -0.47.

Los resultados también indican que el efecto frontera estimado en las diferentes regresiones va de -0.33 a -0.35, y es estadísticamente significativo en todos los casos. Esto significa que en la región frontera norte la demanda es menos inelástica que en el interior del país. Ante un ajuste del precio de la gasolina, digamos de 10 por ciento, de acuerdo con nuestros estimados, en la región fronteriza la demanda se reduciría entre 3.3 y 3.5 puntos porcentuales más que en la región no fronteriza. De esta forma, como se puede apreciar en el último renglón del cuadro 5, tomando el valor estimado de la regresión 1, la elasticidad precio de la demanda de gasolina en la región frontera norte es -0.83, mientras que en esa misma regresión la que corresponde al interior del país es -0.47.

Con relación al modelo 3, se puede apreciar en el último renglón del cuadro 6 el estadístico de prueba para la hipótesis de cambio estructural. Ya que en todas las regresiones no se puede rechazar la hipótesis de que $\alpha_E + \alpha_{EF} = 0$, no hay evidencia de un cambio significativo en la elasticidad precio de la demanda en la región frontera norte entre los períodos I y II. En cuanto a la elasticidad precio de la demanda en el interior del país, vemos que el parámetro α_E , del modelo 3, es negativo en todas las regresiones, aunque es estadísticamente diferente de cero con un nivel de significancia de 10 por ciento solo en la regresión 6. Así, la evidencia es muy débil para concluir que hubo un cambio en esta elasticidad entre los períodos I y II. Además, como indicamos anteriormente, el parámetro α_{EF} es la diferencia en el cambio en la elasticidad de ambas regiones entre los períodos I y II y también representa la diferencia en la elasticidad entre la región fronteriza y la no fronteriza en el período I ($\alpha_F + \alpha_{EF}$) y α_F , que es el contraste en elasticidad entre esas regiones en el período II. Pues bien, los resultados en el cuadro 6 indican que no se puede rechazar la hipótesis de que el parámetro α_{EF} sea igual a cero.

En el cuadro 7 aparecen las estimaciones del modelo 4 en el que incluimos el efecto frontera norte de las distintas zonas fronterizas. Algo que podemos apreciar es el aumento en el ajuste de las diferentes regresiones con relación a aquellas del modelo 2 en el cuadro 5, en que incluimos una variable binaria para toda la región frontera norte en lugar de una para cada zona fronteriza. Para efectos de ilustración, la regresión 1 del modelo 2 muestra un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.574, en tanto que esa misma regresión; para el modelo 4 el ajuste es 0.697.

Cuadro 6. Resultados de las estimaciones del modelo 3,
 $\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_F D_F \ln P + \alpha_E D_E \ln P + \alpha_{EF} D_E D_F \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon$

Regresión	1	2	3	4	5	6	7	
Constante	10.97 (19.92)*	10.52 (12.52)*	11.03 (19.15)*	11.64 (16.28)*	9.95 (5.43)*	12.16 (16.65)*	11.04 (19.74)*	
ln P	-0.65 (-2.96)*	-0.68 (-2.68)*	-0.61 (-2.34)*	-0.48 (-1.84)**	-0.74 (-2.73)*	-0.32 (-1.19)	-0.63 (-2.85)*	
ln V	0.69 (29.72)*	0.67 (27.07)*	0.68 (26.09)*	0.68 (27.29)*	0.69 (29.71)*	0.69 (29.39)*	0.66 (17.26)*	
D _F ln P	-0.33 (-6.59)*	-0.33 (-6.84)*	-0.33 (-6.78)*	-0.32 (-6.63)*	-0.33 (-6.60)*	-0.32 (-6.38)*	-0.33 (-6.53)*	
D _E ln P	-0.02 (-0.84)	-0.03 (-0.83)	-0.03 (-0.90)	-0.04 (-1.24)	-0.02 (-0.72)	-0.04 (-1.65)**	-0.02 (-0.98)	
D _E D _F ln P	-0.08 (-0.99)	-0.03 (-0.23)	-0.03 (-0.25)	-0.03 (-0.21)	-0.08 (-1.01)	-0.07 (-0.85)	-0.07 (-0.94)	
ln MAN		0.17 (0.88)						
ln ELEC			0.01 (0.07)					
ln IND				-0.21 (-1.32)				
ln ICO					0.28 (0.59)			
ln ITAEE						-0.44 (-2.70)*		
ln PIB							0.04 (1.17)	
Adj R ²	0.5762	0.5375	0.5368	0.5382	0.5763	0.5793	0.5768	
N	7 752	5 304	5 304	5 304	7 752	7 752	7 752	
Elasticidades precio estimadas								
Interior del país	I	-0.66	-0.71	-0.64	-0.52	-0.76	-0.35	-0.65
	II	-0.65	-0.68	-0.61	-0.48	-0.74	-0.32	-0.63
Región frontera norte	I	-1.07	-1.06	-1.00	-0.87	-1.17	-0.74	-1.05
	II	-0.98	-1.01	-0.94	-0.81	-1.07	-0.64	-0.96
Estadístico t ($\alpha_E + \alpha_{EF} = 0$)		-1.23	-0.45	-0.48	-0.51	-1.22	-1.34	-1.22

Nota: Los estadísticos t-student se observan entre paréntesis debajo de los parámetros estimados. I se refiere al período de enero de 1997 a diciembre de 2003, y II, al período de enero de 2004 a diciembre de 2015. Las cifras con un asterisco (*) tienen significancia con p-valor <0.05. Las cifras con dos asteriscos (**), tienen significancia con p-valor <0.10. El cuadro 2 contiene la descripción de las variables y fuentes de información.

Fuente: Elaboración propia con base en el método Mínimos Cuadrados Ordinarios con la corrección Newey-West.

Cuadro 7. Resultados de las estimaciones del modelo 4,
 $\ln G = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_B D_B \ln P + \alpha_{CH} D_{CH} \ln P + \alpha_S D_S \ln P + \alpha_T D_T \ln P + \alpha_2 \ln Y + \alpha_3 \ln V + \varepsilon$

Regresión	1	2	3	4	5	6	7
Constante	10.67 (30.44)*	12.03 (19.11)*	11.13 (23.98)*	12.54 (22.72)*	9.39 (6.57)*	11.84 (27.89)*	10.73 (30.14)*
ln P	-0.39 (-2.43)*	-0.34 (-1.53)	-0.47 (-2.11)*	-0.14 (-0.61)	-0.53 (-2.39)*	0.22 (0.95)	-0.31 (-1.89)**
D _B ln P	0.04 (2.34)*	0.07 (3.24)*	0.06 (2.93)*	0.08 (4.15)*	0.04 (2.21)*	0.07 (3.59)*	0.05 (2.84)*
D _{CH} ln P	-0.30 (-19.71)*	-0.29 (-22.65)*	-0.28 (-19.92)*	-0.29 (-20.56)*	-0.30 (-19.82)*	-0.29 (-18.48)*	-0.29 (-18.02)*
D _S ln P	-0.89 (-55.12)*	-0.90 (-54.00)*	-0.89 (-54.64)*	-0.90 (-50.90)*	-0.89 (-55.99)*	-0.89 (-53.10)*	-0.90 (-57.87)*
D _T ln P	-0.23 (-9.81)*	-0.17 (-10.13)*	-0.17 (-12.46)*	-0.15 (-8.92)*	-0.23 (-9.84)*	-0.22 (-8.31)*	-0.23 (-9.86)*
ln V	0.66 (29.69)*	0.66 (26.43)*	0.65 (25.35)*	0.66 (27.13)*	0.66 (29.66)*	0.66 (30.45)*	0.60 (15.15)*
ln MAN		-0.30 (-1.89)**					
ln ELEC			-0.02 (-0.21)				
ln IND				-0.54 (-4.08)*			
ln ICO					0.36 (0.92)		
ln ITAEE						-0.61 (-4.71)*	
ln PIB							0.10 (2.39)*
Adj R ²	0.6973	0.6870	0.6850	0.6943	0.6976	0.7041	0.7008
N	7 752	5 304	5 304	5 304	7 752	7 752	7 752
Elasticidades precio estimadas							
Interior del país	-0.39	-0.34	-0.47	-0.14	-0.53	0.22	-0.31
Frontera B	-0.35	-0.27	-0.41	-0.05	-0.49	0.29	-0.26
Frontera CH	-0.69	-0.63	-0.75	-0.43	-0.83	-0.07	-0.60
Frontera S	-1.28	-1.24	-1.36	-1.04	-1.43	-0.67	-1.21
Frontera T	-0.62	-0.51	-0.64	-0.29	-0.76	0.01	-0.54
Estadístico F	769.91*	589.28*	825.55*	605.64*	787.57*	733.66*	753.32*
$(\alpha_B = \alpha_{CH} = \alpha_S = \alpha_T)$							

Nota: Estadísticos t-student se observan en paréntesis debajo de los parámetros estimados. Las cifras con un asterisco (*) tienen p-valor <0.05. Las cifras con dos asteriscos (**) tienen p-valor <0.10. El cuadro 2 contiene la descripción de las variables y fuentes de información. B=Baja California, CH=Chihuahua, S=Sonora y T=Tamaulipas.

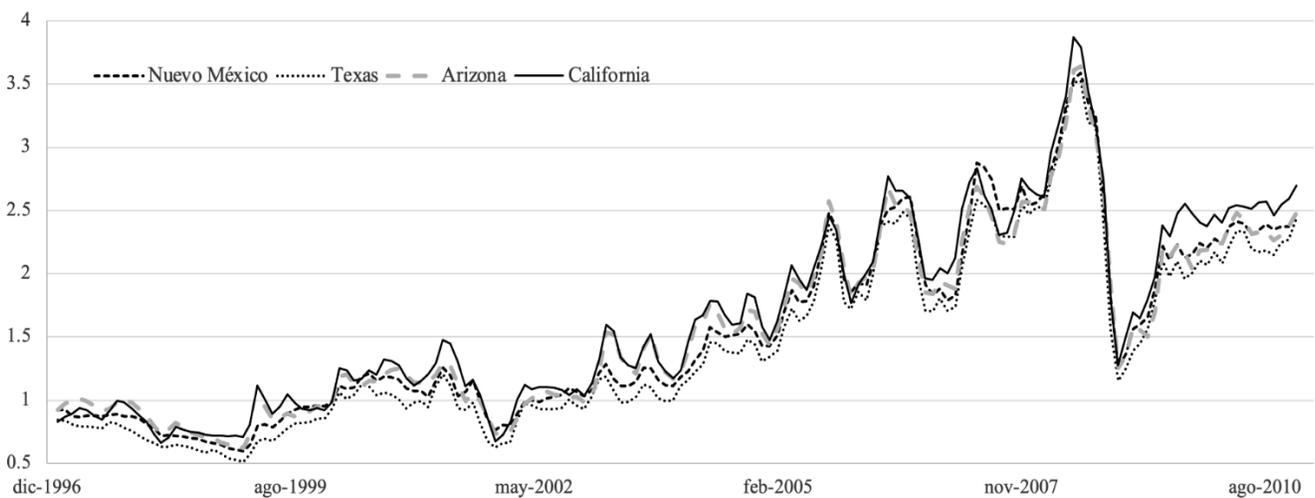
Fuente: Elaboración propia con base en el método Mínimos Cuadrados Ordinarios con la corrección Newey-West.

Los parámetros de las variables económicas en estos modelos, al igual que los resultados en los modelos anteriores, no son estadísticamente significativos o muestran un signo contrario a lo esperado, con excepción del PIB estatal. La elasticidad estimada para esa aproximación del ingreso regional es 0.10 en la regresión 7 del cuadro 7.

Sorprende la consistencia de la elasticidad de la demanda de gasolina con respecto a los vehículos registrados, tanto por su significancia estadística como por su valor estimado en las regresiones del cuadro 7 y aquellas que comentamos en el cuadro 5.

Es notable también que el coeficiente de $\ln P$ es negativo y estadísticamente significativo en cuatro de las regresiones del cuadro 7. Ante la inconsistencia de los resultados obtenidos con las variables económicas, tomaremos como referencia la elasticidad precio en el interior del país como -0.39 en la regresión 1. Respecto del efecto de las zonas fronterizas en la elasticidad precio de la demanda de gasolina, es interesante notar que en todas las regresiones los parámetros de estos efectos son negativos y estadísticamente diferentes de cero, con excepción del parámetro correspondiente a Baja California. Esto nos indica que, si bien en las zonas fronterizas de Chihuahua, Sonora y Tamaulipas la demanda de gasolina es menos inelástica que en el interior del país, en el estado de Baja California sucede lo contrario. En la zona fronteriza de ese estado la demanda es más inelástica que en la región no fronteriza. Es interesante notar que el estado fronterizo en EE. UU. es California, caracterizado por registrar comúnmente los mayores precios de gasolina en comparación con los otros estados fronterizos de Estados Unidos. En la gráfica 2 se presentan las series de datos disponibles de la Agencia de Información sobre Energía de Estados Unidos (Energy Information Administration [EIA], 2022b) para el período de enero de 1997 a diciembre de 2010. El precio de la gasolina en California se ha ubicado históricamente por encima del precio en Texas y en 73 por ciento de los meses incluidos (123 de 168), por encima del precio en los cuatro estados fronterizos de EE. UU. Por ejemplo, el promedio mensual por galón en California en dicho período (1.67 USD) fue 14.5 por ciento mayor al de Texas (1.46 USD), 6.3 por ciento mayor al de Nuevo México (1.57 USD) y 4.5 por ciento mayor al de Arizona (1.60 USD).

Gráfica 2. Precios mensuales de gasolina por galón en los estados de la frontera sur de EE. UU. (de enero de 1997 a diciembre de 2010)



Fuente: Elaboración propia con base en información de EIA (2022b).

Sobre esto, un informe de la EIA expone:

pocos oferentes fuera de California producen la mezcla de gasolina requerida por ese estado. El programa de reformulación de gasolina de California es más exigente que el del gobierno federal. Además del mayor costo de este combustible más limpio, los impuestos estatales a la gasolina en California son mayores que en la mayoría de los estados. Las refinerías de California necesitan operar cerca de su máxima capacidad para cubrir la demanda de gasolina en el estado. Si más de una de sus refinerías experimenta problemas de operación simultáneamente, los precios de la gasolina en California pueden aumentar en forma substancial. Aunque haya abasto disponible en otras refinerías de la costa oeste, de la costa del golfo, o de refinerías extranjeras, toma relativamente más tiempo en llegar a California (EIA, 2022a, p. 6).

Usando la regresión 1 del cuadro 7, y solo para efectos de ilustración, si el precio de la gasolina aumentara, digamos 10 por ciento, en la frontera de Chihuahua la demanda se reduciría 3 puntos porcentuales más, y en la frontera de Tamaulipas 2.3 puntos porcentuales más, en relación con la reducción esperada en el resto del país, que, de acuerdo con esos mismos resultados, sería de 3.9 por ciento.

En el último renglón del cuadro 7 se muestra el estadístico de prueba para la hipótesis de que los efectos frontera en las distintas zonas son iguales: $\alpha_B = \alpha_{CH} = \alpha_S = \alpha_T$. En todas las regresiones, ese estadístico de prueba nos indica que esa hipótesis debe rechazarse y que, por tanto, el efecto frontera no es igual en las distintas zonas fronterizas. Además, este resultado sugiere también que no es adecuado suponer que la elasticidad precio de la demanda es igual en toda la región frontera norte. De acuerdo con las estimaciones en el cuadro 7, es claro que, en la zona fronteriza del estado de Sonora, la demanda de gasolina reacciona de forma más notable ante cambios en el precio en comparación con la demanda en la región no fronteriza. Tomando la regresión 1 del cuadro 7, nuestro estimado de la elasticidad precio para esa zona es -1.28. De hecho, la hipótesis nula de que la elasticidad precio de la demanda de gasolina es unitaria en la zona fronteriza de Sonora es rechazada en favor de la hipótesis alterna de que la demanda es elástica. En el otro extremo, en cuanto a la sensibilidad de la demanda ante cambios en el precio, se encuentra la zona fronteriza de Baja California. En esa zona, la demanda es más inelástica, incluso que la demanda de gasolina al interior del país. El parámetro de la variable D_{BlnP} en el cuadro 7 es positivo y estadísticamente diferente de cero en todas las regresiones. Si bien la diferencia con respecto a la elasticidad de la región no fronteriza es pequeña, es notable que en esta zona limítrofe ubicada al oeste del país no prevalezca el efecto frontera tal como sucede en otras áreas mexicanas que colindan con Estados Unidos.

A juzgar por las elasticidades precio de la demanda en el cuadro 1, aunque con métodos y bases de datos diferentes, los estudios previos sobre la región frontera norte de México parecen capturar esta diferencia en la elasticidad en la frontera de Baja California, en comparación con las otras zonas fronterizas.

CONCLUSIONES

Este artículo aporta nueva información a los estudios sobre la demanda de gasolina en la región frontera norte de México, ya que presenta una actualización de un estudio de demanda publicado previamente en esta revista (Ibarra Salazar y Sotres Cervantes, 2008). Las estimaciones en este artículo utilizan un panel de datos más extenso, de enero de 1997 a diciembre de 2015, e incluyen variables económicas regionales que no estaban disponibles cuando se realizó el estudio previo.

En este estudio se encuentra evidencia del que hemos denominado efecto frontera en la elasticidad precio de la demanda de gasolina. En el resultado base, sobre el modelo que considera a toda la región frontera norte, se observa que la elasticidad precio de la gasolina en esa región es -0.83, comparada con aquella del interior del país igual a -0.47. El efecto frontera norte agrega 3.6 puntos porcentuales a la sensibilidad de la demanda de gasolina ante un cambio en el precio de 10 por ciento.

Estos resultados muestran también que este efecto no es uniforme a lo largo de las distintas zonas fronterizas. Se observa que este efecto es mayor en la de Sonora y que en la de Baja California es contrario al de las otras zonas fronterizas. Hay evidencia de que la demanda de gasolina en la frontera de Sonora es elástica y que en la de Baja California la demanda es incluso más inelástica que en el interior del país.

Hasta 2015, la política de precios controlados distinguió la región fronteriza de la no fronteriza en algunos períodos. Si bien ahora las estaciones de servicio no son sujetas a precios controlados por parte del gobierno central, todavía la política fiscal, el precio del petróleo y las variaciones del tipo de cambio influyen en la demanda de gasolina en la región frontera norte, ya que existe un mercado alterno del otro lado del límite territorial.

Esto tiene varias vías de análisis desde el punto de vista de la política pública hacia el sector. Si la política fiscal mexicana no permite fijar precios equivalentes a los de las estaciones de servicio de la frontera sur de Estados Unidos, se corre el riesgo de impactar negativamente las ventas, el empleo y la recaudación fiscal de los sectores gasolinero y comercial de los estados colindantes. Por otro lado, el relajamiento de la política fiscal podría incrementar las ventas y empleo en el sector gasolinero, además de las posibles externalidades positivas sobre el sector comercial de la frontera norte de México. Esto, sin embargo, no está exento de costos. Tal como se ha documentado en otras regiones fronterizas del mundo, el turismo asociado al consumo de gasolina aumenta la congestión y contaminación en aquellas regiones que lo promueven. Estos costos han incitado a agencias reguladoras para que la política fiscal sea alineada para no motivar, por sí misma, la demanda de combustibles transfronterizos. Otro fenómeno que se ha detectado en otras regiones, como Irán, es el contrabando de gasolina. Esto ha llamado a las autoridades de ese país a alinear los precios con las contrapartes de los países vecinos (Ghoddusi *et al.*, 2018; Moshiri, 2020).

Los resultados reflejan un hallazgo común que se confirma en los estudios aplicados en las regiones fronterizas: la frontera tiene características únicas. Si bien, en este estudio se han empleado los mismos datos y métodos de otro previo sobre el tema, ahora con la ampliación de la base de datos y la inclusión de variables económicas regionales, se deja preparado el camino para

futuras extensiones al presente trabajo en aspectos como la especificación de la función de demanda y el método de estimación.

En particular, la especificación de la demanda puede incluir aspectos dinámicos que permitan calcular las elasticidades de la misma tanto en el corto como en el largo plazo. En cuanto al método de estimación, se podría continuar el estudio con la estimación de los modelos de demanda por efectos fijos. Ibarra Salazar y Sotres Cervantes (2008) indican que emplearon Mínimos Cuadrados Ordinarios “ya que en las especificaciones de los modelos empíricos 1 y 2 suponemos que no hay otras variables que pudieran no haber sido incluidas en los modelos y que causen diferencias en la demanda de gasolina entre las entidades federativas mexicanas” (p. 145).

Otro aspecto importante del presente trabajo es la forma en que se aborda la región frontera norte. Como se explica anteriormente, las secciones cruzadas del panel de datos incluyen cuatro zonas fronterizas del norte del país, además de las entidades federativas. En esas observaciones se incluyen los precios de la gasolina, que en algunos períodos se diferenciaron de los del interior de México, en tanto que las otras variables independientes correspondieron a las de la entidad federativa en que se ubica la zona fronteriza. Esto es así debido a que no se dispone de variables económicas ni del parque vehicular de las distintas zonas fronterizas.

En conclusión, se sugiere realizar extensiones de este estudio en los aspectos de especificación del modelo, método de estimación y tratamiento de la región fronteriza, con el objetivo de validar las estimaciones de las distintas elasticidades de la demanda de gasolina que aquí se han presentado.

En este trabajo nos concentramos en encontrar la diferencia de la elasticidad precio de la demanda entre las regiones frontera norte y no fronteriza. Al hacerlo, hemos supuesto que esa elasticidad es igual en las entidades federativas mexicanas no fronterizas. Una extensión adicional consiste en averiguar si, en efecto, este supuesto es válido.

REFERENCIAS

- Angrist, J. y Pischke, J. (2015). *Mastering metrics: The path from cause to effect*. Princeton: Princeton University Press.
- Archibald, R. y Gillingham, R. (1980). An analysis of the short-run consumer demand for gasoline using household survey data. *The Review of Economics and Statistics*, 62(4), 622-628. <http://doi.org/10.2307/1924790>
- Ayala Gaytán, E. y Gutiérrez González, L. (2004). Distorsiones de la política de precios de la gasolina en la frontera norte de México. *Comercio Exterior*, 54(8), 704-711.
- Banfí, S., Filippini, M. y Hunt, L. (2005). Fuel tourism in border regions: The case of Switzerland. *Energy Economics*, 27(5), 689-707. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.04.006>
- Berndt, E. y Botero, G. (1985). Energy demand in the transportation sector of Mexico. *Journal of Development Economics*, 17(3), 219-238. [http://doi.org/10.1016/0304-3878\(85\)90091-4](http://doi.org/10.1016/0304-3878(85)90091-4)

- Comisión Federal de Competencia Económica (Cofece). (2019). *Transición hacia mercados competidos de energía: Gasolinas y diésel*. México: Cofece. Recuperado de <https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2019/01/CPC-GasolinasyDiesel-30012019.pdf>
- Crôtte, A., Noland, R. y Graham, D. (2010). An analysis of gasoline demand elasticities at the national and local levels in Mexico. *Energy Policy*, 38(8), 4445-4456. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.03.076>
- Dahl, C. (1979). Consumer adjustment to a gasoline tax. *The Review of Economics and Statistics*, 61(3), 427-432. <http://doi.org/10.2307/1926072>
- Energy Information Administration (EIA). (2022a). *Gasoline explained: Regional gasoline price differences*. Recuperado de <https://www.eia.gov/energyexplained/gasoline/regional-price-differences.php>
- Energy Information Administration (EIA). (2022b). *Motor gasoline sales through retail outlets prices*. Recuperado de https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_allmg_a_epm0_ptc_dpgal_m.htm
- Eskeland, G. y Feyzioğlu, T. (1997). Is demand for polluting goods manageable? An econometric study of car ownership and use in Mexico. *Journal of Development Economics*, 53(2), 423-445. [http://doi.org/10.1016/s0304-3878\(97\)00017-5](http://doi.org/10.1016/s0304-3878(97)00017-5)
- Fullerton Jr, T. M., Muñoz Sapien, G., Barraza de Anda, M. P. y Domínguez Ruvalcaba, L. (2012). Dinámica del consumo de gasolina en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Estudios Fronterizos*, 13(26), 91-107. <http://doi.org/10.21670/ref.2012.26.a04>
- Galindo, L. (2005). Short- and long-run demand for energy in Mexico: A cointegration approach. *Energy Policy*, 33(9), 1179-1185. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.11.015>
- Ghoddusi, H., Morovati, M. y Rafizadeh, N. (2019). Foreign exchange shocks and gasoline consumption. *Energy Economics*, 84, 104472. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.08.005>
- Ghoddusi, H., Rafizadeh, N. y Rahmati, M. (2018). Price elasticity of gasoline smuggling: A semi-structural estimation approach. *Energy Economics*, 71, 171-185. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.02.008>
- Haro López, R. e Ibarrola Pérez, J. (1999). Cálculo de la elasticidad precio de la demanda de gasolina en la zona fronteriza norte de México. *Gaceta de Economía*, 6(11), 237-262.
- Ibarra Salazar, J. y Sotres Cervantes, L. (2008). La demanda por gasolina en México: el efecto en la frontera norte. *Frontera Norte*, 20(39), 131-156.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (s. f.a). Banco de Información Económica: Indicador trimestral de la actividad económica estatal (1997-2015) [Base de datos]. Recuperado de <https://sinegi.page.link/dH4y>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (s. f.b). Banco de Información Económica: Índice Coincidente Desestacionalizado (1997-2015) [Base de datos]. Recuperado de <https://sinegi.page.link/2mS2>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (s. f.c). Banco de Información Económica: Índice de actividad industrial por entidad federativa (2003-2015) [Base de datos]. Recuperado de <https://sinegi.page.link/K25X>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (s. f.d). Banco de Información Económica: Índice de volumen físico de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y gas por ductos al consumidor final (2003-2015) [base de datos]. Recuperado de <https://sinegi.page.link/oK67>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (s. f.e). Banco de Información Económica: Índice de volumen físico de la industria manufacturera (2003-2015) [Base de datos]. Recuperado de <https://sinegi.page.link/5GX9>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (s. f.f). Banco de Información Económica: Producto Interno Bruto por entidad federativa (1997-2015) [Base de datos]. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Recuperado de <https://sinegi.page.link/nMZr>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (s. f.g). Vehículos de motor registrados en circulación (1997-2015) [Base de datos]. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est&c=13158&proy=vmrc_vehiculos
- Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (Inai). (2021). *Indicadores petroleros*. Ciudad de México: Pemex.
- Kennedy, S., Lyons, S., Morgenroth, E. L. W. y Walsh, K. (2017). *Assessing the level of cross-border fuel tourism* [MPRA Paper núm. 76961]. Dublín: Munich Personal RePEc Archive Recuperado de <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/76961>
- Leal, A., López-Laborda, J. y Rodrigo, F. (2010). Cross-border shopping: a survey. *International Advances in Economic Research*, 16, 135-148. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/227225077>
- Luxembourg Times. (4 de agosto de 2014). The pros and cons of fuel tourism. *Luxembourg Times*. Recuperado de <https://www.luxtimes.lu/en/luxembourg/the-pros-and-cons-of-fuel-tourism-602d3a15de135b9236322b6c>
- Moshiri, S. (2020). Consumer responses to gasoline price and non-price policies. *Energy Policy*, 137, 111078. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111078>
- Ortega Díaz, A. y Medlock, K. (2021). Price elasticity of demand for fuels by income level in Mexican households. *Energy Policy*, 151, 112-132. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112132>
- Reyes, O., Escalante, R. y Matas, A. (2010). La demanda de gasolinas en México: Efectos y alternativas ante el cambio climático. *Economía Teoría y Práctica*, 32, 83-111. <http://doi.org/10.24275/etypuam/ne/322010/reyes>
- 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(291), 117-143. <http://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.07.004>

Secretaría de Energía. (2021). Volumen de ventas internas de petrolíferos por entidad federativa. *Sistema de Información Energética (SIE)*. Recuperado de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=PMXE2C03>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (4 de mayo de 2006). *Se modifica la política de precios de las gasolinas en la frontera norte*. Recuperado de http://www.hacienda.gob.mx/SALAPRENSA/doc_comunicados_prensa/2006/mayo/comunicado_2006_04052006_19279.pdf

Toussaint, T. (3 de octubre de 2019). 8 out of 10 litres of fuel in Luxembourg sold to non-residents. *RTL Today*. Recuperado de <https://today.rtl.lu/news/luxembourg/a/1412471.html>