



Transmisión internacional de precios en productos derivados del petróleo en Guatemala

Recibido: 18/09/2023
Aceptado: 21/09/2023
Publicado: 02/10/2023

Mamerto Reyes Hernández

Licenciado en Economía por la Universidad de San Carlos de Guatemala y Maestro en Economía Agrícola por el Colegio de Postgraduados de México. Investigador independiente.

Correo: mrhdz@yahoo.com

Resumen

En este trabajo se analizó la transmisión de precios del mercado internacional de petróleo crudo al mercado nacional de gasolina y diésel en Guatemala. Se buscó probar que la transmisión de precio es asimétrica. Se evaluó la cointegración entre los precios de la gasolina superior y diésel en Guatemala y del petróleo crudo "West Texas Intermediate, WTI" en Cushing Oklahoma, Estados Unidos. Se ajustaron modelos de corrección de error asimétricos. Se encontró que la relación entre los precios estudiados es cointegrada y que la transmisión de precios es incompleta. La elasticidad de transmisión de precios es de 0.61 para los precios de la gasolina y de 0.80, para los precios del diésel. Finalmente, se determinó que la transmisión de precios es simétrica en los dos casos analizados.

Palabras clave

Transmisión de precios, petróleo, gasolina, diésel, Guatemala.

Abstract

In this paper, the transmission of prices from the international crude oil market to the national gasoline and diesel market in Guatemala was analyzed. It was sought to prove that the price transmission is asymmetric. The cointegration between the prices of superior gasoline and diesel in Guatemala and crude oil "West Texas Intermediate, WTI" in Cushing Oklahoma, United States, was evaluated. Asymmetric error correction models were fitted. It was found that the relationship between the prices studied is cointegrated and that the transmission of prices is incomplete. The price transmission elasticity is 0.61 for gasoline prices and 0.80 for diesel prices. Finally, it was determined that price transmission is symmetrical in the two cases analyzed.

Keywords

Price transmission, oil, gasoline, diesel, Guatemala.

1. Introducción

Los precios de las materias primas internacionales más conocidas por su nombre en inglés: “commodities”, se forman en las bolsas de valores de los centros financieros internacionales (Nueva York, Amsterdam, Londres, Tokio, etc.). Una vez establecidos sus precios en el mercado internacional, se transfieren a los mercados nacionales de los países. En este caso, el proceso sigue la ley de un solo precio. Esta ley establece que en mercados competitivos libres de costos de transporte y de barreras oficiales al comercio (tales como aranceles), productos idénticos vendidos en países distintos deberían tener el mismo precio si son expresados en la misma moneda (Krugman y Obstfeld, 2003). Sin embargo, por las medidas de política tomadas por los gobiernos para el manejo de los precios en los mercados nacionales, los precios resultantes podrían no ser inferencias exactas de las predicciones de esta ley, pero siempre guardarán una relación muy estrecha con sus contrapartes internacionales.

Este proceso de formación de los precios parece muy sencillo, pero se

complica un poco como consecuencia de la especulación financiera. En las últimas décadas, como resultado de la financiarización de las economías, esta actividad se ha hecho más importante como una forma de generar ganancias sin producir nada materialmente (Piketti, 2014 y Lapavitsas, 2016). La especulación provoca aumentos en los precios de las materias primas. El caso del petróleo es emblemático de este proceso. Cuando se negocian contratos a futuro en las bolsas de valores, la demanda de petróleo se incrementa en la magnitud que representan los valores a futuro como lo hace una cantidad contratada al contado para entrega actual (Permanent Subcommittee on Investigations of the Committee on Homeland Security and Governmental Affairs, 2006). El efecto de la especulación financiera en los precios resulta de este incremento en la demanda. Navarro (2017) cita que para 2006, el 30 % del incremento del precio de petróleo era resultado de la especulación financiera. Para 2008, esta participación era del 60 %.

En Guatemala el tema de la transmisión internacional de precios ha sido investigado en muy pocos estudios. También hay escasas evidencias en

estudios realizados durante el período del alza de los precios internacionales de los alimentos acaecido de 2007 a 2008 (Reyes Hernández, 2008; Gauster et al., 2008; y De Janvry y Sadoulet, 2009) y en un trabajo motivado por la guerra de Rusia contra Ucrania (Reyes Hernández y Calderón Aguirre, 2022). Los trabajos de 2008 se hicieron sin emplear metodologías adecuadas para analizar series de tiempo, Reyes Hernández (2008) usó series de tiempo desestacionalizadas y Gauster et al. (2008) no usaron ningún modelo econométrico. Por su parte, De Janvry y Sadoulet (2009) usaron series en primeras diferencias. El estudio de Reyes Hernández y Calderón Aguirre (2022), por su parte, se realizó para medir los efectos de la guerra entre Rusia contra Ucrania en los precios nacionales de maíz. En este caso se empleó análisis de cointegración de las series de precios. Se verificó que las raíces unitarias de las series tuvieran el mismo orden y que el error de la ecuación de transmisión de precios fuera no estacionario, verificando así que la regresión de transmisión de

precios no fuera espuria.

En el presente trabajo se buscó estimar la transmisión de precios del petróleo crudo WTI en Oklahoma, Estados Unidos a gasolina superior y diésel en Guatemala y determinar si en las transmisiones de precios existen asimetrías.

2. Entorno del estudio

La producción mundial de petróleo creció a un ritmo de 1.01 % anual de 2000 a 2021,¹ pasando de 3,609 a 4,221.4 millones de toneladas anuales. Los cinco principales países productores son Arabia Saudita, Federación Rusa, Estados Unidos, Irán y China y en conjunto contribuyen con el 45.62 % de la producción mundial. Los veinte principales países contribuyen con el 85.68 % de la producción del mundo. Una lista de estos países y sus contribuciones individuales se presentan en la tabla 1.

1. $Prod_t = 3586.75562 (1 + 0.01007)^t$, $r^2 = 0.8498$, $F(1 \text{ y } 20) = 113.159$ significativa a un nivel menor al 0.0001 de probabilidad.

Tabla 1*Principales países productores de petróleo y contribuciones a la producción mundial*

País	Posición como proveedor mundial	Contribución a la producción mundial (%)	% acumulado
Arabia Saudita	1	12.76	12.76
Federación Rusa	2	12.22	24.98
Estados Unidos	3	11.10	36.08
Irán	4	4.82	40.90
China	5	4.72	45.62
Canadá	6	4.60	50.21
Iraq	7	3.69	53.90
Emiratos Árabes Unidos	8	3.65	57.55
México	9	3.62	61.17
Kuwait	10	3.29	64.46
Venezuela	11	3.09	67.55
Noruega	12	2.76	70.31
Brasil	13	2.71	73.02
Nigeria	14	2.63	75.65
Kazajistán	15	1.79	77.44
Argelia	16	1.78	79.22
Angola	17	1.76	80.98
Reino Unido	18	1.70	82.68
Qatar	19	1.54	84.22
Libia	20	1.46	85.68
Resto del mundo		14.32	100.00

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2010, June 2015 y 2022.

El consumo nacional de productos derivados del petróleo en Guatemala de 2010 a 2022 se presenta en la tabla 2. Este pasó de 26,167 a 46,289 miles de barriles (de 42 galones) durante el período, registrando una tasa media de crecimiento del 4.87 % anual. Todos los productos, excepto el Bunker, tuvieron tasas positivas de crecimiento. Los que más crecieron fueron los consumos de

PetCoke y gasolina regular, el primero es un sustituto del Bunker y el segundo, de la gasolina superior. El Bunker se redujo a un ritmo del 6.77 % anual y el consumo de PetCoke aumentó a una tasa del 14.88 % anual. El consumo de gasolina superior creció a una tasa anual de 2.80 % y el de la gasolina regular al 9.05 %.

Tabla 2

Consumo de productos derivados del petróleo en Guatemala, 2010-2022. Miles de vbarriles de 42 galones

Año	Gasolina superior	Gasolina regular	Diésel	Gas licuado de petróleo	Bunker	PetCoke	Otros	Total
2010	4 924.60	3 242.09	9 250.20	2 809.56	3 610.51	965.93	1 363.83	26 166.71
2011	4 726.78	3 222.41	9 309.59	3 010.21	4 106.88	1 077.14	1 427.05	26 880.08
2012	4 914.35	3 129.80	9 301.47	3 226.90	3 986.50	928.83	1 427.13	26 914.97
2013	4 902.73	3 604.59	9 799.54	3 371.43	3 140.35	1 126.98	1 270.70	27 216.33
2014	5 214.01	4 139.36	10 847.84	3 504.85	3 038.80	1 255.36	1 082.58	29 082.81
2015	6 110.26	5 193.80	11 305.14	4 085.13	3 597.93	1 150.84	1 307.13	32 750.24
2016	6 729.46	5 629.75	11 982.41	4 367.98	2 988.15	1 136.84	1 210.89	34 045.48
2017	6 889.61	6 076.27	12 189.17	4 595.74	1 879.14	1 998.94	1 594.05	35 222.91
2018	6 978.07	6 605.30	12 507.31	4 792.38	1 676.11	2 639.61	2 238.65	37 437.44
2019	7 366.08	7 719.63	13 312.39	5 021.37	1 622.46	2 997.74	3 234.27	41 273.93
2020	6 649.73	7 297.03	12 236.37	5 088.77	1 452.78	3 290.74	2 184.72	38 200.14
2021	7 853.58	8 544.67	14 805.64	5 859.98	1 546.78	3 012.55	2 686.98	44 310.19
2022	6 862.93	9 172.39	14 320.28	6 192.62	1 556.11	5 106.03	3 079.01	46 289.37
Tasa media de crecimiento anual (%)	2.80	9.05	3.71	6.81	-6.77	14.88	7.02	4.87

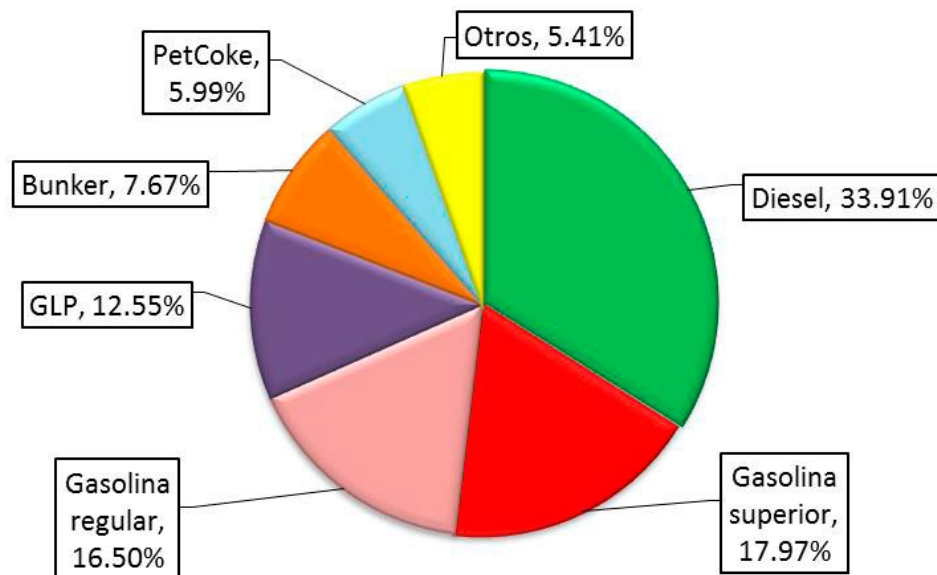
Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2018, 2021A, 2022A).

En la figura 1 se presenta la distribución porcentual del consumo de productos derivados del petróleo en Guatemala. Los

productos más consumidos son diésel, gasolina superior, gasolina regular y gas licuado de petróleo.

Figura 1

Composición porcentual del consumo de productos derivados del petróleo en Guatemala (medias anuales de 2001-2022)



Fuente: Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2018, 2021A y 2022A).

Ahora es necesario indicar cómo han evolucionado los precios internacionales y nacionales. Los precios del petróleo crudo "West Texas Intermediate, WTI" en Cushing, Oklahoma, Estados Unidos, son un referente importante para los precios de los hidrocarburos en Guatemala. Para tomar una idea de la relación que guardan los precios nacionales de gasolina y

diésel con los precios del crudo WTI, en la figura 2 se presentan las series expresados en Quetzales² por galón. Puede indicarse que todos los precios del petróleo traen una fuerte tendencia al alza desde mediados de 2020 y derivado de la guerra de Rusia contra Ucrania, esta se tornó más fuerte desde febrero-marzo de 2022 hasta mayo de 2022 en donde

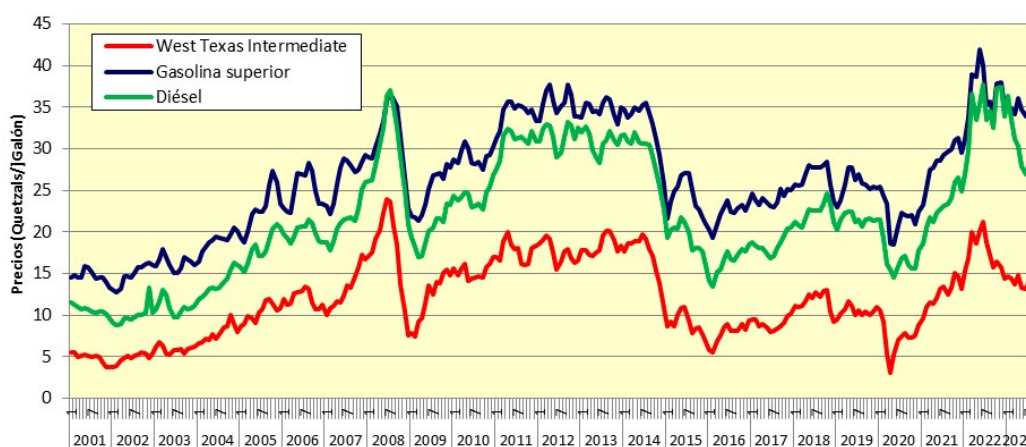
2. Durante el período observado (enero de 2001 a diciembre de 2022), el tipo de cambio mensual en promedio fue de Q7.7628 por dólar estadounidense (desviación estándar de Q0.1972).

se encuentra el punto de quiebre cuando comenzó la etapa de descenso en la que están hasta el momento (julio de 2023).

Sobre la evolución de los precios del crudo y sus derivados puede observarse que comparten un mismo patrón.

Figura 2

Patrones de evolución de los precios del petróleo crudo WTI en Cushing, Oklahoma y precios de la gasolina superior y diésel en Guatemala



Fuente: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RWTC&f=M>
<https://mem.gob.gt/historico-precios-nacionales/>

El consumo de gasolina y diésel en Guatemala se ha sustentado en el aumento del parque vehicular. La Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) informa que de diciembre de 2005 a diciembre de 2022, este parque pasó de 1,080,068 a 4,829,864 vehículos automotores. En julio de 2023 este monto llegó a 5,144,222 vehículos automotores, de los cuales el 46.48 % son motocicletas y el restante 53.52 %

son automóviles, buses, camiones, etc. (SAT, 2023).

El petróleo y sus derivados no son producidos universalmente en todos los países, pero sí son bienes consumidos en todos los mercados nacionales del mundo. Por otro lado, han existido organizaciones de productores y comercializadores como el cartel de las siete hermanas (Serrani, 2018) y la Organización de

Países Productores de Petróleo, de modo que no es un mercado exactamente de competencia perfecta.

En Guatemala, este mercado no está organizado para mostrar competencia. En primer lugar, porque el número de importadores no ha pasado de cinco, y segundo, porque las estaciones de servicio no compiten, aunque existen en un número elevado en todo el país. La provisión del consumo nacional de gasolina (superior y regular) en 2022 provino de las siguientes empresas: Chevron Guatemala (32.26 %), Uno Guatemala (30.45 %), Importadora Puma (19.28 %), Uno Petróleos (11.99 %) y Petróleos del Sur (11.99 %). La provisión de diésel, por su parte, provino de Importadora Puma (35.17 %), Chevron Guatemala (29.51 %), Uno Petróleos (17.82 %), Uno Guatemala (13.88 %), Petróleos del Sur (3.67 %) y 0.05% de otras empresas (MEM, 2022C).

El reducido tamaño de la población de importadores se debe a barreras a la entrada existentes en el mercado nacional, las cuales se derivan de los requerimientos de inversión relativamente

altos que necesita la importación de petróleo y su posterior procesamiento y distribución mayorista de los derivados. Por otro lado, otra fuente de barreras son las formalidades legales para los distribuidores minoristas. Adicionalmente, la ausencia de competencia también la explica el pequeño número de sustitutos que enfrentan los hidrocarburos, lo cual hace que su demanda sea inelástica.

De esta cuenta, para hacer que el mercado de productos derivados del petróleo sea competitivo o muestre este comportamiento, se formuló la Ley de Comercialización de Hidrocarburos (Decreto del Congreso número 109-97). En el artículo 5 se establece que

Las personas individuales o jurídicas que efectúen actividades de refinación, transformación y de la cadena de comercialización de petróleo y productos petroleros, establecerán libre e individualmente los precios de sus servicios y productos, los cuales, deben reflejar las condiciones del mercado internacional y nacional.

En tanto, en el artículo 49 se establece que,

la distorsión de precios en una o más etapas que conforman la cadena de comercialización de petróleo y productos petroleros facultará al Ministerio para determinar y publicar precios de referencia de los mismos. El cálculo de los precios tomará como base los precios de la Costa del Golfo de los Estados Unidos de América, publicados en el reporte PLATT'S OILGRAM PRICE REPORT, U.S. GULF COAST.

De este modo, en el mercado nacional de derivados del petróleo, los precios se establecen en función de los precios de referencia publicados semanalmente por el Ministerio de Energía y Minas. Estos precios se estiman de acuerdo con los precios del petróleo en puertos de la costa del Golfo de México, Estados Unidos y usando estructuras de costos de la cadena del petróleo en Guatemala (MEM, 2022A), lo cual hace que la relación que

guardan estos precios con los del petróleo sea directa.

Según la Dirección de Hidrocarburos del MEM,

el mercado externo influye en un 49 % en el precio de los combustibles, en este inciso se encuentran los costos del refinado y el transporte marítimo, las cuestiones tributarias influyen en el 30 %, con los impuestos de distribución y valor agregado. El mercado interno impacta en un 13 % ciento en los precios de los hidrocarburos, acá se encuentra el costo del transporte interno y los gastos de almacenamiento, por último, los gastos de operación impactan en el 8 % del valor del combustible (MEM, 2021B, julio 8).

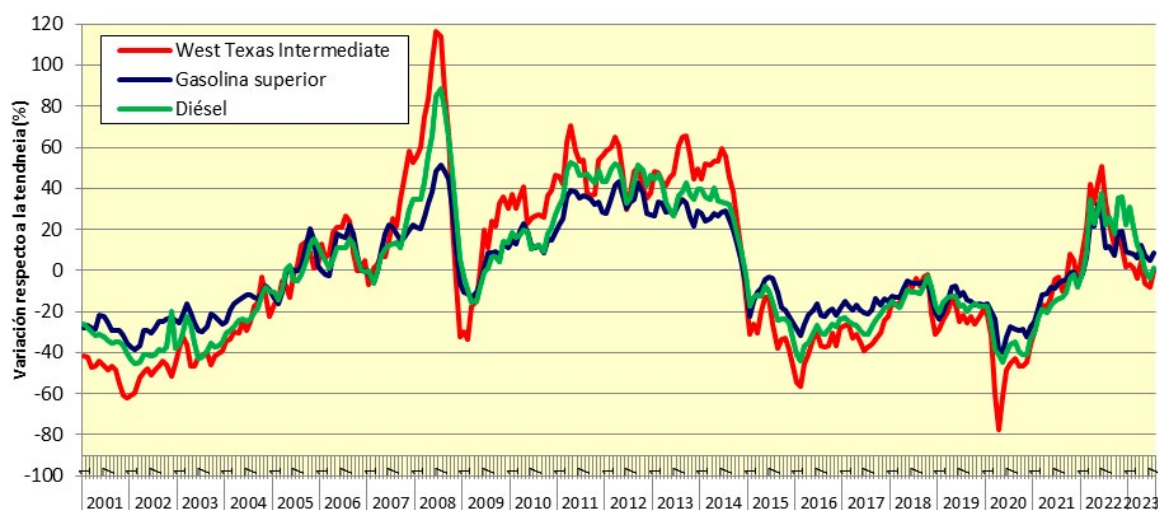
Como resultado de los precios de referencia, los precios de los combustibles son menos volátiles que los del petróleo. Los índices de volatilidad³ estimados con una serie de precios de enero de 2001

a julio de 2023 son de 38.53 % para el precio del petróleo WTI, de 22.12 % para el de la gasolina superior y de 29.79 %

para el precio del diésel. Las series de la variabilidad de precios se presentan en la figura 3.

Figura 3

Volatilidad de los precios del petróleo crudo WTI en Cushing, Oklahoma y precios de la gasolina y diésel en Guatemala



Fuente: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RWTC&f=M>
<https://mem.gob.gt/historico-precios-nacionales/>

Adicionalmente en los artículos 37 al 39 la Ley de Comercialización de Hidrocarburos se encuentran disposiciones en contra de la discriminación en la venta al mayoreo, coacción de precios, concertación de precios, rebajas discriminatorias, acaparamiento de combustibles y no colocar los precios de venta en lugares visibles (Decreto del Congreso número 109-97).

3. Revisión de literatura

El primer trabajo en donde se estudió la asimetría de la respuesta de los precios de la gasolina a los precios del petróleo fue realizado por Bacon (1990) en el Reino Unido. Usó datos quincenales del período junio de 1982 a enero de 1990 y ajustó una variante cuadrática de un modelo

de ajuste parcial. Encontró evidencia de que el proceso de ajuste de los precios de la gasolina al alza de los precios del petróleo es ligeramente más rápido y más concentrado que a la baja de los mismos.

Borenstein et al. (1992) observaron este patrón de respuesta en Estados Unidos. Usaron un modelo en primeras diferencias en el que separaron las respuestas de los precios de la gasolina a aumentos y disminuciones del precio del petróleo. Determinaron que casi todo el efecto de un aumento del precio del crudo se manifiesta en los precios de la gasolina en cuatro semanas, mientras que las disminuciones se transmiten gradualmente durante ocho semanas.

Balke et al. (1998), utilizaron tres especificaciones de modelos para analizar la relación entre los precios del petróleo y los precios al contado, al por mayor y al por menor de la gasolina en Estados Unidos. Emplearon variables binarias para identificar los valores positivos y negativos en las primeras diferencias para los precios del petróleo y los de la gasolina. Con dos de los tres modelos encontraron respuesta asimétrica de los precios de la gasolina.

Brown y Yücel (2000), buscaron determinar las causas de la asimetría de la respuesta de los precios de la gasolina a los precios del petróleo en Estados Unidos. Indican que en la literatura existen diversas explicaciones al respecto, tales como, poder de mercado, costos de búsqueda, respuesta del consumidor a los precios cambiantes, la gestión de inventarios, prácticas contables, costos de ajuste de refinería y el comportamiento de los márgenes comerciales durante el ciclo económico. Sin embargo, indican que nadie ha probado empíricamente alguna de las mismas, ni tampoco hay mucha evidencia de concentración en los mercados de gasolina en Estados Unidos. En ausencia de tales pruebas, señalan que se debe usar el juicio y la teoría económica para clasificar las explicaciones y determinar si la respuesta asimétrica de los precios de la gasolina a los precios del petróleo crudo es el resultado del poder de mercado o de fuerzas más benignas. Los costos de búsqueda del consumidor y las ventajas de ubicación pueden proporcionar poder de mercado a algunos minoristas, pero ese poder de mercado podría resultar de la diferenciación del producto en una competencia monopolística. Dado que la evidencia apunta lejos del poder de

mercado como explicación, es probable que la asimetría sea la consecuencia de otros factores de mercado.

Peltzman (2000) realizó una investigación más general, estudió 242 mercados, 77 de bienes de consumo y 165 de bienes de producción, para analizar la respuesta asimétrica de los precios de los productos a los precios de los insumos en Estados Unidos. Encontró que este patrón de respuesta se presenta en dos de cada tres mercados analizados, tanto en productos de consumo como en bienes de producción. En ambos mercados, las respuestas asimétricas a los «shocks» de costos están claramente diferenciadas y son duraderas. En promedio, la respuesta inmediata a un «shocks» de costos positivo es al menos el doble de la respuesta a un «shocks» negativo, y esa diferencia se mantiene por lo menos durante cinco u ocho meses. La teoría económica no tiene elementos para explicar estas respuestas, por lo que con sus resultados se buscó comenzar a llenar este vacío. No encontró asimetría en la respuesta de un tomador de decisiones individual (una cadena de supermercados) a sus costos, pero encontró una asimetría superior al promedio donde un choque de costos se filtró a través de un fragmentado sistema

de distribución mayorista. También encontró correlaciones negativas entre el grado de asimetría y la volatilidad de los precios de los insumos y ninguna significancia en las correlaciones con las proxys de los costos de inventario, costos de menú asimétricos de los cambios de precios y competencia imperfecta.

Radchenko (2005) estudió la relación entre la volatilidad de los precios del petróleo y la asimetría de la respuesta de los precios de la gasolina a los precios del petróleo en Estados Unidos. Usó datos semanales del período marzo 1991 a febrero 2003. Construyó tres medidas de la volatilidad del precio del petróleo y doce medidas de la asimetría del precio de la gasolina. Encontró una fuerte relación inversa entre la volatilidad del precio del petróleo y la asimetría de la respuesta del precio de la gasolina. Este comportamiento es consistente con la teoría de la coordinación oligopólica y la teoría de la búsqueda con actualización bayesiana.

Para distinguir entre dos explicaciones contrapuestas, comprobó si la disminución de la asimetría después de un cambio en el precio del petróleo se atribuye a una respuesta más lenta del precio de

la gasolina después de un aumento del precio del petróleo o a una respuesta más rápida del precio de la gasolina después de una disminución del precio del petróleo. Para lograr esto, dividió la muestra en dos submuestras y estimó las respuestas de los precios de la gasolina para un período con baja volatilidad y para un período con alta volatilidad de los precios del crudo. Encontró que la disminución en el grado de asimetría es atribuible a una respuesta más rápida de los precios de la gasolina a una disminución en los precios del petróleo crudo. Este resultado apunta a la teoría de la coordinación oligopólica como una probable explicación de la asimetría.

Remer (2012) investigó empíricamente la causa de la asimetría de la respuesta de los precios de la gasolina a cambios en los precios del petróleo. Durante el período julio 20 de 2008 a julio 29 de 2009, recolectó precios diarios en más de 11,000 gasolineras de los estados de Nueva Jersey, Maryland, Virginia, Washington, como de las áreas metropolitanas de Filadelfia, Pensilvania y Washington, DC, Estados Unidos. Usó un modelo de mecanismo de corrección de error en donde separó los efectos al alza y a la baja de los precios del petróleo. Encontró

que los precios caen más lentamente de lo que aumentan como consecuencia de que las empresas extraen rentas informativas de los consumidores con costos de búsqueda positivos. Este patrón se observó en los precios de las gasolinas “premium” y regular, aunque los precios de la primera caen más lentamente que los precios del combustible regular, pero aumentan al mismo ritmo. Indican que este patrón de precios respalda las teorías basadas en la competencia con la búsqueda del consumidor. Por otro lado, encontraron poca evidencia a favor de la colusión de precios como un determinante consecuente de la fijación asimétrica de precios. Las empresas con la mayor probabilidad de participar en un acuerdo colusorio acuerdan precios sin mayor asimetría que las empresas que casi con seguridad no están coludidas. Sin embargo, esto no quiere decir que la colusión esté ausente en la industria minorista de gasolina; solo muestra que el método de colusión elegido no genera precios asimétricos.

Bennett et al. (2021), estudiaron la respuesta asimétrica de los precios de la gasolina a los precios del petróleo en Estados Unidos. Usaron precios semanales del período marzo 2005 a

agosto 2013, de ciudades contenidas por las unidades geográficas de GasBuddy.⁴ La información de precios de la gasolina provino de este último y la de petróleo de la Administración de Información Energética de Estados Unidos. Estudiaron la asimetría y los factores que inciden en la velocidad de ajuste. Para el primer tópico usaron modelos de vectores de corrección de error y para el segundo, regresión lineal múltiple y un modelo probit. Encontraron heterogeneidad en las magnitudes de la transferencia asimétrica de precios entre ciudades. También encontraron un gran número de ciudades que no presentan asimetrías. En el examen de la heterogeneidad de la asimetría exploraron si la misma resulta de las diferencias a nivel de ciudad en (i) la demanda de gasolina, y (ii) la oferta de gasolina (aproximada por la distancia desde Cushing, Oklahoma), o los entornos fiscales de las ciudades (aproximada por el nivel de impuestos). Determinaron que estas características aunque no explican robustamente la variación de

las magnitudes de las asimetrías, sí parecen afectar la probabilidad de que una ciudad experimente una transferencia asimétrica.

4. Metodología

4.1. Los datos

El análisis de transmisión de precios se condujo con precios FOB (libre a bordo) de contado de petróleo crudo WTI en Cushing, Oklahoma, Estados Unidos (EEUU) y precios de la gasolina superior y diésel al consumidor en Guatemala.

La información del precio FOB se obtuvo de la página de «U.S. Energy Information Administration»⁵ y la de los precios nacionales de la página del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.⁶ Estos son promedios mensuales de los precios en las gasolineras de la ciudad de

4. GasBuddy es una empresa de tecnología con sede en Boston que trabaja con aplicaciones y sitios web para la búsqueda de precios de combustible en tiempo real en más de 150,000 estaciones de servicio en los Estados Unidos, Canadá y Australia.

5. <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RWTC&f=M>

6. <https://mem.gob.gt/historico-precios-nacionales/>

Guatemala. Los tipos de cambio utilizados para expresar los precios en Quetzales se obtuvieron del sitio web del Banco de Guatemala⁷ y son dólares de Estados Unidos a la venta. Todos los precios usados son nominales y cubren el período enero de 2001 a julio de 2023. Hubiese sido deseable una serie más larga, pero en Guatemala esta fue la única a la que se tuvo acceso.

4.2. Estacionariedad de las series

Previo a los análisis econométricos, se hicieron pruebas de estacionariedad. Se empleó la prueba de determinación de raíces unitarias de Dickey-Fuller aumentada y para ello se usaron modelos con intercepto.

$$dP_t = \delta_0 + \delta_1 P_{t-1} + \delta_2 dP_{t-1} + U_t \quad (1)$$

En donde, dP es el precio en primeras diferencias y t es el t-ésimo mes en la serie histórica y U es el componente

aleatorio de error. La estacionariedad se probó con $H_0: \delta_1 = 0$ frente a $H_a: \delta_1 < 0$. Si se rechaza la hipótesis nula, P es una variable estacionaria. El estadístico de prueba fue la Tau de Dickey-Fuller, la cual se calcula dividiendo el regresor δ_1 entre su error estándar. Este estadístico se distribuye con los grados de libertad que define el número de períodos de la serie histórica usada.

4.3. Análisis de la transmisión y ajustes correctivos de los precios

Para analizar la transmisión y ajustes correctivos de los precios, se utilizó el siguiente conjunto de ecuaciones:

Ecuación de transmisión de precios

$$PCG_t = \beta_0 + \beta_1 PWTI_t + e_t \quad (2)$$

Ecuación para probar la estacionariedad del error de (2)

$$de_t = \delta_0 + \delta_1 e_{t-1} + \delta_2 de_{t-1} + U_t \quad (3)$$

7. <https://www.banguat.gob.gt/page/de-venta-promedio-del-mes>

Ecuación de corrección de error de respuesta asimétrica

$$dPCG_t = \lambda_0 + \lambda_1 dPWTI_t + \lambda_2 (D_1 \times e_t)_{t-1} + \lambda_3 (D_2 \times e_t)_{t-1} + V_t \quad (4)$$

En donde, PCG precio del combustible en Guatemala⁸ (Quetzales/galón); *PWTI*, precio FOB de contado de petróleo en Cushing, Oklahoma (Quetzales/galón); *e*, componente aleatorio de error de la ecuación (2); β_j , parámetro a estimar en la ecuación (2); *t*, t-ésimo mes (1, 2, ..., *n*); *de*, error de la ecuación (2) en primeras diferencias; δ_j , j-ésimo parámetro a estimar en la ecuación (3); *U*, término aleatorio de error de la ecuación (3); *dPCG*, precio del combustible en Guatemala en primeras diferencias; *dPWTI*, precio internacional del petróleo *TWI* en primeras diferencias; *D1*, variable binaria para valores mayores o iguales a cero de *dPCG* (1=si *dPCG* toma valores mayores a cero, y 0=en otro caso); *D2*, variable binaria para valores menores a cero de *dPCG* (1=si *dPCG* toma valores negativos, y 0=en otro caso); *x*, signo de producto (multiplicación); λ_j , j-ésimo parámetro a estimar en la ecuación (4); *V*, término aleatorio de error de la ecuación (4).

Las ecuaciones (2) y (3) se emplearon para determinar la transmisión de precios. Debido a que los precios de gasolina superior, diésel y *PWTI* son variables no estacionarias, para evitar problemas de regresión espuria, con la ecuación (3) se probó si el error de (2) es estacionario. Si esto es cierto, se considerará que la ecuación (2) es cointegrante y su coeficiente de regresión podrá considerarse una medida de la transmisión de precios de largo plazo.

La estacionariedad del error de (3) se probó a través de δ_1 . Si este parámetro es significativamente menor que cero, «e» es una variable estacionaria. Como en la ecuación (1), el estadístico de prueba fue la Tau de Dickey-Fuller.

La ecuación (4) se utilizó para determinar si la velocidad de ajuste de los precios nacionales es la misma en aumentos y disminuciones de los precios internacionales. Esta ecuación es un modelo asimétrico de corrección de error. Las hipótesis en prueba fueron:

$$H_0: \lambda_2 - \lambda_3 = 0 \text{ versus } H_0: \lambda_2 - \lambda_3 \neq 0$$

8. Para el análisis de cada precio, PCG representa PGasSup y PDiesel, para gasolina superior y diésel, respectivamente.

usando matrices, la hipótesis nula se puede expresar,

$$H_0: [0 \ 0 \ 1 \ -1] \begin{bmatrix} \lambda_0 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix} = 0$$

que denominando R al primer vector, λ al segundo y q a cero, se tiene,

$$H_0: R \lambda = q$$

y su estadístico de prueba es,

$$F = \frac{\{(R \lambda - q)' [R s^2 (X'X)^{-1} R']^{-1} (R \lambda - q)\}}{j} \quad (5)$$

distribuida como F de Fisher con j y n-k grados de libertad. En donde, λ , vector de coeficientes de regresión (incluyendo el intercepto) de la ecuación (4); s^2 , cuadrado medio del error del análisis de varianza de la ecuación (4); $X'X$, matriz de productos cruzados de las variables independientes de la ecuación (4); j, número de restricciones sujetas a prueba (hileras de R); n, número de observaciones; k, número de parámetros en la ecuación;

Si el estadístico estimado es significativo, se rechaza la hipótesis nula, es decir, el ajuste a los cambios de precios internacionales no es simétrico. En otras palabras, los precios nacionales

registran un ajuste a cambios de precios al alza distinto al que registran cuando los precios internacionales están bajando.

4.4. Pruebas de causalidad

Para generar evidencia adicional que apoye la transmisión internacional de precios se usó la prueba de causalidad de Granger (Gujarati, 2004). Para cada caso se ajustaron dos regresiones, una llamada restringida en donde se especificó el precio nacional en función de sus precios propios rezagados, esto es,

$$PCG_t = \alpha_0 + \alpha_1 PCG_{t-1} + \alpha_2 PCG_{t-2} + \dots + \alpha_k PCG_{t-k} + V_t \quad (6)$$

y una segunda ecuación, llamada no restringida, en donde el precio nacional es una función de sus precios propios rezagados y de los precios internacionales rezagados, esto es,

$$PCG_t = \alpha_0 + \alpha_1 PCG_{t-1} + \alpha_2 PCG_{t-2} + \dots + \alpha_k PCG_{t-k} + \beta_1 PWTI_{t-1} + \beta_2 PWTI_{t-2} + \dots + \beta_k PWTI_{t-k} + V_t \quad (7)$$

luego se estimó el siguiente estadístico,

$$F = \frac{\frac{SCE_r - SCE_{nr}}{m}}{\frac{SCE_{nr}}{n-k}} \quad (8)$$

distribuido como F de Fisher con m y $n-k$ grados de libertad, en donde, SCE_r , suma de cuadrados del error de la ecuación restringida; SCE_{nr} , suma de cuadrados del error de la ecuación no restringida; m , número de rezagos; k , número de parámetros estimados de la ecuación no restringida; n , número de observaciones. Si la F calculada es significativa, se rechaza la hipótesis de no causalidad en favor de la de causalidad.

Para determinar el número de rezagos a considerar en las regresiones se utilizaron los criterios de información de Akaike (CIA) y Schwarz (CIS) aplicados a los modelos restringidos. Estos criterios indican el número «óptimo» de regresores que una ecuación debe tener, lo cual se logra con las ecuaciones que registran los menores valores de éstos criterios. Las fórmulas de cálculo de estos indicadores son las siguientes (Gujarati, 2004):

$$Ln\ CIA = \left(\frac{2k}{n}\right) + Ln\left(\frac{SCE}{n}\right) \quad (9)$$

$$Ln\ CIS = \left(\frac{k}{n}\right) Ln\ n + Ln\left(\frac{SCE}{n}\right) \quad (10)$$

en donde, Ln , logaritmo natural; k , número de parámetros estimados en la ecuación; n , número de observaciones; SCE , suma de cuadrados del error.

5. Resultados

En la tabla 3 se presentan las pruebas de raíces unitarias de las variables precios del petróleo WTI en Cushing, Oklahoma y los precios nacionales de gasolina superior y diésel. De acuerdo con la prueba de Tau, al 0.05 de probabilidad no se rechazó la hipótesis de existencia de raíces unitarias para todas variables. De este modo, sus series son integradas de orden 1 [$I(1)$] y por tanto, son no estacionarias.

Tabla 3*Pruebas de raíces unitarias de los precios del petróleo WTI, gasolina superior y diésel*

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente de regresión</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadístico Tau</i>	<i>Probabilidad</i>
Prueba de raíz unitaria del precio del petróleo crudo WTI				
Variable dependiente: $dWTI_t$				
Intercepto	0.45860	0.16761		
WTI_{t-1}	-0.03664	0.01314	-2.789	0.0599
$dWTI_{t-1}$	0.33460	0.05769		
Prueba de raíz unitaria del precio de la gasolina superior				
Variable dependiente: $dPGasSup_t$				
Intercepto	0.80324	0.31376		
$PGasSup_{t-1}$	-0.02870	0.01160	-2.473	0.1220
$dPGasSup_{t-1}$	0.34510	0.05743		
Prueba de raíz unitaria del precio del diésel				
Variable dependiente: $dPDiesel_t$				
Intercepto	0.56327	0.25721		
$PDiesel_{t-1}$	-0.02358	0.01121	-2.102	0.2439
$dPDiesel_{t-1}$	0.22927	0.05962		

En la tabla 4 se presentan las ecuaciones de transmisión de precios. Las dos tienen altos niveles de significancia para sus interceptos y coeficientes de regresión y un alto grado de ajuste (87.41 y 88.21 %, respectivamente). Sumado a esto, las pruebas de F indican que como relaciones globales son altamente significativas. Por otro lado, en la tabla 5 se presentan las pruebas de raíces unitarias de los errores de las ecuaciones de transmisión de precios, las cuales fueron altamente significativas indicando que no existen raíces unitarias y que los errores son variables estacionarias. En este caso, las dos ecuaciones de transmisión de precios son cointegrantes, es decir, sus variables guardan relaciones de equilibrio

de largo plazo, lo cual indica que no son regresiones espurias, aspecto que permite hacer inferencias sobre sus parámetros.

Antes de hacer inferencias es necesario probar si la causalidad de las relaciones ajustadas en las ecuaciones de transmisión de precios son las esperadas. Se asume que los dos precios nacionales son causados por el precio WTI. En este caso, en las tablas 6a y 6b, y 7a y 7b, se presentan los resultados de la pruebas de causalidad de Granger para cada precio nacional, habiéndose determinado que el precio del petróleo WTI, como era lógico esperar, causa los precios de la gasolina y diésel en Guatemala. A la inversa no existe esta relación de causalidad.

Tabla 4*Ecuaciones de transmisión de precios*

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente de regresión</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Variable dependiente: $PGasSup_t$				
Intercepto	10.29516	0.39616	25.988	< 0.00001
$PWTI_t$	1.34142	0.03104	43.220	< 0.00001
$R^2 = 0.8741$				< 0.00001
$F(1 \text{ y } 269) = 1,900.418$				
Variable dependiente: $PDiesel_t$				
Intercepto	4.33779	0.41741	10.392	< 0.00001
$PWTI_t$	1.46707	0.03270	44.861	< 0.00001
$R^2 = 0.8821$				< 0.00001
$F(1 \text{ y } 269) = 1,867.937$				

Tabla 5*Prueba de raíz unitaria de los errores de la ecuaciones de transmisión de precios*

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente de regresión</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadístico Tau</i>	<i>Probabilidad</i>
Prueba de raíz unitaria del error de la ecuación de transmisión de precios $PGasSup$				
Variable dependiente: dE_t				
Intercepto	0.02567	0.06953		
E_{t-1}	-0.13395	0.03048	-4.395	0.0086
dE_{t-1}	0.13598	0.06130		
Prueba de raíz unitaria del error de la ecuación de transmisión de precios $PDiesel$				
Variable dependiente: dE_t				
Intercepto	0.05623	0.08354		
E_{t-1}	-0.12156	0.03701	-3.285	0.0103
dE_{t-1}	-0.03737	0.06548		

Tabla 6a

Prueba de la hipótesis el precio del petróleo TWI causa precio de la gasolina superior en Guatemala

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Estadístico t	Probabilidad
Variable dependiente: $PGasSup_t$ de modelo restringido				
Intercepto	0.80324	0.31376	2.560	0.0110
$PGasSup_{t-1}$	1.31640	0.05762	22.847	< 0.0001
$PGasSup_{t-2}$	-0.34510	0.05743	-6.009	< 0.0001
R ² = 0.9643				< 0.0001
F(2, 266) = 3,589.529				
Variable dependiente: $PGasSup_t$ de modelo no restringido				
Intercepto	1.20633	0.38659	3.120	0.0020
$PGasSup_{t-1}$	0.97683	0.07371	13.253	< 0.0001
$PGasSup_{t-2}$	-0.06993	0.07029	-0.995	0.3207
$PWTI_{t-1}$	0.59917	0.08990	6.665	< 0.0001
$PWTI_{t-2}$	-0.49046	0.09349	-5.246	< 0.0001
R ² = 0.9696				< 0.0001
F(4, 264) = 2,101.514				
Prueba de causalidad de Granger: Ho: PWTI no causa PGasSup versus Ha: PWTI causa PGasSup				< 0.0001
F(2, 264) = 22.884				

Tabla 6b

Prueba de la hipótesis el precio de la gasolina superior en Guatemala causa el precio del petróleo TWI

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Estadístico t	Probabilidad
Variable dependiente: $PWTI_t$ de modelo restringido				
Intercepto	0.45860	0.16761	2.736	0.0066
$PWTI_{t-1}$	1.29796	0.05788	22.424	< 0.0001
$PWTI_{t-2}$	-0.33460	0.05769	-5.800	< 0.0001
$R^2 = 0.9543$				< 0.0001
$F(2, 266) = 2,775.019$				
Variable dependiente: $PWTI_t$ de modelo no restringido				
Intercepto	0.28980	0.32986	0.879	0.3804
$PWTI_{t-1}$	1.37141	0.07671	17.879	< 0.0001
$PWTI_{t-2}$	-0.42556	0.07977	-5.335	< 0.0001
$PGasSup_{t-1}$	-0.08439	0.06289	-1.342	0.1808
$PGasSup_{t-2}$	0.09894	0.05997	1.650	0.1002
$R^2 = 0.9547$				< 0.0001
$F(4, 264) = 1,392.519$				
Prueba de causalidad de Granger: Ho: PGasSup no causa PWTI versus Ha: PGasSup causa PWTI				0.2454
$F(2, 264) = 1.412$				

Tabla 7a*Prueba de la hipótesis el precio del petróleo TWI causa precio del diésel en Guatemala*

Variable	Coficiente de regresión	Error estándar	Estadístico t	Probabilidad
Variable dependiente: $PDiesel_t$ de modelo restringido				
Intercepto	0.56327	0.25721	2.190	0.0294
$PDiesel_{t-1}$	1.20569	0.05978	20.170	< 0.0001
$PDiesel_{t-2}$	-0.22927	0.05962	-3.846	0.0002
$R^2 = 0.9666$				< 0.0001
$F(2, 266) = 3,848.917$				
Variable dependiente: $PDiesel_t$ de modelo no restringido				
Intercepto	0.60877	0.24462	2.489	0.0134
$PDiesel_{t-1}$	0.76311	0.07937	9.614	< 0.0001
$PDiesel_{t-2}$	0.10925	0.07358	1.485	0.1388
$PWTI_{t-1}$	0.70824	0.09667	7.326	< 0.0001
$PWTI_{t-2}$	-0.52110	0.09950	-5.237	< 0.0001
$R^2 = 0.9727$				< 0.0001
$F(4, 264) = 2,349.491$				
Prueba de causalidad de Granger: Ho: PWTI no causa PDiesel versus Ha: PWTI causa PDiesel				< 0.0001
$F(2, 264) = 29.360$				

Tabla 7b*Prueba de la hipótesis el precio del diésel en Guatemala causa el precio del petróleo TWI*

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Estadístico t	Probabilidad
Variable dependiente: $PWTI_t$ de modelo restringido				
Intercepto	0.45860	0.16761	2.736	0.0066
$PWTI_{t-1}$	1.29796	0.05788	22.424	< 0.0001
$PWTI_{t-2}$	-0.33460	0.05769	-5.800	< 0.0001
R ² = 0.9543				< 0.0001
F(2, 266) = 2,775.019				
Variable dependiente: $PWTI_t$ de modelo no restringido				
Intercepto	0.45709	0.20241	2.258	0.0247
$PWTI_{t-1}$	1.34803	0.07999	16.852	< 0.0001
$PWTI_{t-2}$	-0.37670	0.08233	-4.576	< 0.0001
$PDiesel_{t-1}$	-0.05844	0.06568	-0.890	0.3744
$PDiesel_{t-2}$	0.05424	0.06089	0.891	0.3738
R ² = 0.9544				< 0.0001
F(4, 264) = 1,381.606				
Prueba de causalidad de Granger: Ho: PDiesel no causa PWTI versus Ha: PDiesel causa PWTI				0.6613
F(2, 264) = 0.414				

Con estos resultados apoyando, se puede señalar que el coeficiente de regresión de la ecuación de transmisión de precios crudo WTI a gasolina superior en Guatemala indica que por cada Quetzal en que se incremente el precio del petróleo crudo, el precio de la gasolina aumentará en Q1.34 (tabla 4). En términos relativos, la elasticidad de transmisión de precios es de 0.6073 e indica que por cada 1 % en que aumente el precio del petróleo, la gasolina aumentará en 0.61 %. Esta elasticidad estimada muestra que la transmisión de precios del mercado de petróleo crudo WTI al mercado nacional de gasolina superior es incompleta.

Para el caso del diésel, el coeficiente de regresión de la ecuación de transmisión de precios (tabla 4) indica que por cada Quetzal en que aumente el precio del petróleo WTI, el precio del diésel aumentará en Q1.47 (tabla 4). La elasticidad de transmisión en este caso es de 0.8006 e indica que por cada 1 % en que aumente el precio del petróleo WTI, el precio del diésel aumentará en 0.80 %. En este caso, la transmisión de precios es más alta que la estimada para los precios de la gasolina superior, pero también es incompleta.

La incompletez de la transmisión de precios en ambos casos es un resultado de la menor variabilidad que tienen los precios de la gasolina superior y el diésel, respecto a la variabilidad de los precios del petróleo WTI. En los resultados obtenidos puede observarse que los precios con variabilidades más cercanas a la del precio del petróleo crudo registran transmisiones de precios más altas. Los índices de volatilidad fueron de 38.53 % para el precio del petróleo WTI, de 22.12 % para el de la gasolina superior y de 29.79 % para el precio del diésel. La volatilidad del precio de este último fue más alta en 34.63 % que la volatilidad del precio de la gasolina y la transmisión fue 31.82 % más alta que la observada hacia el precio de la gasolina superior.

Sobre la asimetría de la respuesta de los precios de la gasolina superior y diésel a cambios en los precios del petróleo, en la tabla 8 se presentan los modelos de corrección de error empleados para esta prueba. En general, como relaciones globales estos modelos alcanzan niveles de ajuste a los datos de 48.07 % y 53.24 % y alta significancia con las pruebas de F, lo cual provee suficientes bases para hacer inferencias sobre sus parámetros. Los coeficientes de regresión que miden las

respuestas a aumentos y disminuciones de precios del petróleo fueron altamente significativos, mientras que las pruebas realizadas para compararlos no fueron

significativas, indicando con ello que no existe asimetría en la transferencia de precios de petróleo a gasolina y diésel.

Tabla 8

Modelo de corrección de error para probar asimetría

Variable	Coficiente de regresión	Error estándar	Estadístico t	Probabilidad
Variable dependiente: <i>dPGasSup</i>				
Intercepto	0.03949	0.06021	0.656	0.5125
<i>dWTI_t</i>	0.79222	0.05634	14.062	<0.0001
<i>(D1xE)_{t-1}</i>	-0.17409	0.03593	-4.845	<0.0001
<i>(D2xE)_{t-1}</i>	-0.10878	0.03672	-2.963	0.0033
R ² = 0.4807				< 0.00001
F(3 y 265) = 81.767				
Restricción: b[(D1xE) _{t-1}] - b[(D2xE) _{t-1}] = 0				0.2048
F(1 y 265)= 1.6160				
Variable dependiente: <i>dPDiesel</i>				
Intercepto	0.01524	0.05927	0.257	0.7974
<i>dWTI_t</i>	0.81513	0.05470	14.902	<0.0001
<i>(D1xE)_{t-1}</i>	-0.18611	0.03099	-6.005	<0.0001
<i>(D2xE)_{t-1}</i>	-0.10841	0.03561	-3.044	0.0026
R ² = 0.5324				< 0.00001
F(3 y 265) = 100.557				
Restricción: b[(D1xE) _{t-1}] - b[(D2xE) _{t-1}] = 0				0.1029
F(1 y 265) = 2.678				

5. Conclusiones y discusión

La relación que guardan los precios de la gasolina superior y el diésel en Guatemala con los precios del petróleo

crudo WTI en Cushing, Oklahoma es directa y la transmisión de precios es simétrica, aunque incompleta (elasticidad de transmisión de precio de 0.6073 y 0.8006, respectivamente).

Algo que se encontró en la preparación del entorno del estudio fue que la volatilidad

de los precios de la gasolina (22.12 %) es más concentrada que la de los precios del diésel (29.79 %) y del petróleo crudo (38.53 %). Esta reducción en la volatilidad ha sido lograda por medio de los precios de referencia publicados cada semana por el Ministerio de Energía y Minas. Estos precios se preparan para guiar a los vendedores y consumidores, pero también tienen un efecto estabilizador.

Esta hipótesis se quiso probar empíricamente, pero no se consiguió que el personal del Ministerio de Energía y Minas facilitara el acceso a una serie histórica de los precios semanales de referencia de los combustibles de la longitud temporal usada para hacer los análisis econométricos de este trabajo. El nivel que alcanza la transmisión de

precios resulta de la similitud entre los patrones de volatilidad del precio de un combustible y la de los precios del petróleo. De este modo, entre mayor similitud exista entre los patrones de las volatilidades mayor será el nivel de la transmisión de precios.

La simetría de la transmisión de precios acá determinada es un resultado importante para la economía del país. Sugiere la existencia de competitividad en el mercado, aunque estrictamente indica que las medidas tomadas por el Estado para regular un mercado con muy pocos proveedores mayoristas (importadores), muchos expendedores minoristas y muchos consumidores, han producido resultados similares a los que se alcanzarían bajo competencia.

Referencias

- Bacon, R. (1990). *Rockets & Feathers: The Asymmetric Speed of Adjustment of UK Retail Gasoline Prices to Cost Changes*. OIES Working Paper EE10. United Kingdom: Oxford Institute for Energy Studies. <https://www.oxfordenergy.org/publications/rockets-feathers-the-asymmetric-speed-of-adjustment-of-uk-retail-gasoline-prices-to-cost-changes/>
- Balke, N.S., Brown, S.P.A. & Yücel, M.K. (1998). Crude oil and gasoline prices: an asymmetric relationship? *Economic and Financial Policy Review*, Q1: 2-11. <http://www.dallasfed.org/assets/documents/research/er/1998/er9801a.pdf>

- Bennett, J.K., Owyang, M.T. and Vermann, E.K. (2021). Regional Gasoline Price Dynamics. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 103(3), 289-314. <https://research.stlouisfed.org/publications/review/2021/07/01/regional-gasoline-price-dynamics>
- Borenstein, S.; A. Cohn Cameron, A.C. and Richard Gilbert, R. (1992). *Do gasoline prices respond asymmetrically to crude oil price changes?* NBER Working Paper Number 4138. Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research. https://www.researchgate.net/publication/24091568_Do_Gasoline_Prices_Respond_Asymmetrically_to_Crude_Oil_Price_Changes
- Brown, S.P.A. and Yücel, M.K. (2000). Gasoline and crude oil prices: why the asymmetry? *Economic and Financial Policy Review, Federal Reserve Bank of Dallas*, Third Quarter: 23-29. <http://www.dallasfed.org/assets/documents/research/efr/2000/efr0003b.pdf>
- Ley de Comercialización de Hidrocarburos. 26 de noviembre de 1997. Decreto número 109-97.
- De Janvry, A. and Sadoulet, E. (2009). The Global Food Crisis and Guatemala: What Crisis and for Whom? Working Paper May 2009. University of California at Berkeley.
- Gauster, S., Sigüenza, P., Duerr, J. y Ozaeta, J.P. (2008). *El impacto de los altos precios de los commodities: Guatemala*. Instituto de Estudios Agrarios y Rurales – Coordinación de ONG y Cooperativas.
- Gujarati, D. (2004). *Econometría* [Cuarta Edición]. Traducción del inglés de Demetrio Garmendia Guerrero y Gladys Arango Medina. McGraw-Hill Interamericana.
- Krugman, P.R. and Obstfeld, M. (2003). *International Economics: Theory and Policy*, [Sixth Edition]. Pearson Education.
- Lapavitsas, C. (2016). *Beneficios sin producción, cómo nos explotan las finanzas*. Traducción del inglés de C. Estevan Esteban y L. de la Villa Alemán. Traficantes de sueños.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). Estadísticas de hidrocarburos de Guatemala, informe estadístico, primer semestre de 2018.

Ministerio de Energía y Minas. (2021A). Informe estadístico, Subsector Hidrocarburos.

Ministerio de Energía y Minas. (2021B, julio 8). ¿Cómo se determinan los precios de los combustibles en Guatemala? Disponible en <https://mem.gob.gt/blog/como-se-determinan-los-precios-de-los-combustibles-en-guatemala/>

Ministerio de Energía y Minas. (2022A). Informe estadístico mensual, diciembre.

Ministerio de Energía y Minas. (2022C). Informe estadístico, Subsector Hidrocarburos, Año 2022.

Navarro, F. (2017) *El papel de la especulación financiera en la formación del precio del petróleo*. Centro Estratégico Latinoamericano de Geopolítica. <https://www.celag.org/papel-la-especulacion-financiera-la-formacion-del-precio-del-petroleo/>

Permanent Subcommittee on Investigations of the Committee on Homeland Security and Governmental Affairs. (2006). *The role of market speculation in rising oil prices: A need to put the cop back on the beat*. Staff Report United States Senate. Washington: U.S. Government Printing Office. <http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS73545>

Piketti, T. (2014) *El capital en el siglo XXI*. Traducción del francés de E. C. Tapie Isoard y G. Cuevas. Fondo de Cultura Académica.

Radchenko, S. (2005) Oil price volatility and the asymmetric response of gasoline prices to oil price increases and decreases. *Energy Economics*, 27(5), 708-730. <https://econwpa.ub.uni-muenchen.de/econ-wp/io/papers/0408/0408001.pdf>

Remer, M. (2012). *An Empirical Investigation of the Determinants of Asymmetric Pricing*. EAG Discussion Papers No. 12-10. Washington: Antitrust Division, U.S. Department of Justice. <https://www.justice.gov/atr/abstract-62>

Reyes Hernández, M. (2008). Análisis de la evolución de los precios de maíz, arroz, trigo y de sus productos derivados en Guatemala: un estudio de los impactos de los precios en el consumo de estos cereales en la coyuntura actual. Guatemala, Universidad de San Carlos, Dirección General de Investigación. Disponible en: <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/rapidos2008/INF-2008-022.pdf>

Reyes Hernández, M. y Calderón Aguirre, L.A. (2022). Efectos del conflicto Rusia-Ucrania en los precios nacionales e internacionales del maíz. *Revista Digital Análisis de la Realidad Nacional*, 11(228), 50-72. https://www.researchgate.net/publication/362509610_Efectos_del_conflicto_Rusia-Ucrania_en_los_precios_nacionales_e_internacionales_del_maiz

Superintendencia de Administración Tributaria. (2023) Estadísticas Tributarias, Boletín Estadístico. <https://portal.sat.gob.gt/portal/estadisticas-tributarias-sat/>

Serrani, E. (2018). Las siete hermanas, ¿competencia capitalista u oligopolio petrolero? *Revista de Historia de la Industria, los Servicios y las Empresas en América Latina*, 22, 95-116. <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/H-ind/article/view/1137>