

Los efectos asimétricos de cambios en el precio del petróleo sobre el precio de la gasolina al detal en Puerto Rico¹

WILFREDO TOLEDO

Departamento de Economía
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras

RESUMEN

En la investigación se examinó la existencia de asimetría en los efectos de cambios en los precios del petróleo sobre el precio de la gasolina en Puerto Rico para el período de enero de 1993 a septiembre de 2005. Se analizaron dos tipos de este fenómeno: asimetría en el patrón de ajuste y, asimetría en la magnitud del ajuste. El primer tipo se relaciona con rezagos en la transmisión de los cambios en el precio del crudo al de la gasolina, mientras que el segundo tiene que ver con la proporción de los cambios que se transmiten. Los resultados de la estimación no arrojaron evidencia sobre la existencia de ninguno de estos dos ejemplos de asimetría. [**Palabras clave:** precios de la gasolina, precios del petróleo, transmisión de precios, simetría.]

ABSTRACT

This paper examines the existence of an asymmetric relationship between Puerto Rico retail gasoline prices and the West Texas Intermediate crude oil price, using monthly data for the period of January 1993 to September 2005. Two types of prices asymmetry were analyzed; *amount asymmetric*, which deals with the magnitude of the oil prices changes that passes through to the consumer; and, *pattern asymmetric*, that implies that the change in oil prices passes through to the consumer at a different rate depending on their direction. The results show that the length of time in which an oil price increase is reflected in the retail gasoline market is the same as that of an oil price decrease. Furthermore, oil price decreases are eventually passed along to consumers as fully as are oil price increases. [**Keywords:** gasoline prices, oil prices, price transmission, symmetry.]

I. Introducción

Existe la percepción generalizada de que aumentos en el precio del petróleo se transfieren rápida y totalmente a los precios de la gasolina al detal, mientras que las reducciones o no se transmiten completamente o sucede en forma paulatina. Esto es: hay asimetrías en la propagación de las variaciones en el precio del crudo a los precios de sus derivados. Este ensayo examina este asunto para el caso del mercado de la venta de gasolina *al detal* en Puerto Rico.

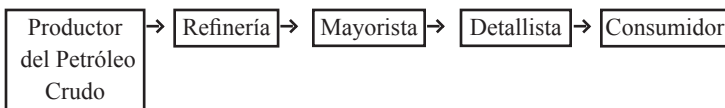
II. El mercado de gasolina y la asimetría

En esta sección se hacen unas observaciones generales sobre la estructura de precios en el mercado de la gasolina y se discuten las principales explicaciones que se han ofrecido en la literatura para que exista la asimetría mencionada.

El mercado de la gasolina

La Ilustración 1 presenta un esquema simplificado² de la estructura de mercado de la gasolina que comienza con la extracción del crudo y termina con la venta de la gasolina *al detal*.³

Ilustración 1: Esquema General de los Canales de Distribución de la Gasolina



En cada uno de los eslabones de la cadena se puede establecer un precio. Por tanto, existen varios niveles entre el costo del petróleo crudo y el precio al detal de la gasolina en los cuales se pudiera observar la asimetría. En el análisis de este mercado se diferencia entre los precios *upstream* (P_{up}) y *downstream* (P_{dw}). Estos conceptos diferencian la posición relativa de dos precios en la cadena de distribución; el segundo concepto se refiere a la cercanía de un precio particular, en la estructura, al mercado de consumo final. Por ejemplo, el precio de la gasolina al salir de la refinería es *downstream* comparado con el del crudo y *upstream* si se toma como referencia el de los detallistas.

Como es evidente en el diagrama, los precios de la gasolina dependen de los precios en los niveles más arriba en el esquema (*upstream*) e incluye los siguientes costos, que se añaden en las distintas etapas: del crudo; de procesamiento en las refinerías; de mercadeo y distribución; de operación de las estaciones; de impuestos (que pueden variar en distintas etapas del proceso de producción/distribución), y; del empresario o márgenes de ganancia. Para Estados Unidos se estima que el costo del crudo es alrededor de 44% del costo total de la gasolina.

Los precios del petróleo, por su parte, se ven afectados por la demanda y oferta (corrientes y esperadas, ya que existe un mercado futuro para éste) mundial de este insumo de producción. Históricamente se ha observado que la oferta ejerce un rol primordial en la formación de precios en ese mercado, siendo influenciada ésta, a su vez, en parte por las acciones de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Sin embargo, cambios en la demanda de los derivados del crudo, que pueden ser generados por efectos de temporada o *shocks* macroeconómicos como cambios en los gustos y preferencias o en tecnología, también afectan estos precios. Por tanto, cambios en los precios del petróleo no sólo afectan el precio de la gasolina, sino que pudieran estar influenciados por las condiciones en el mercado de este último producto: es posible observar retroalimentación en esta relación de precios. Las fluctuaciones del precio de la gasolina observadas a través del tiempo, pueden ser originadas en el mercado del crudo o en la demanda final de este producto.

Por otro lado, variaciones regionales en los precios de venta al detal de la gasolina responden a: la cercanía del mercado a las fuentes del crudo; interrupciones en la oferta; grado de competencia; regulaciones ambientales; y diferencias en las tasas impositivas sobre esta industria.

Hemos visto que la estructura de precios de la gasolina es compleja y depende de múltiples factores; una forma sencilla de relacionar los precios en dos eslabones distintos de la cadena es por medio del modelo del margen de ganancia (*markup*) que se puede plantear como:

$$P_{dw} = \alpha_0 + \alpha_1 P_{up} \quad (1)$$

Donde, α_0 y α_1 son parámetros –los otros símbolos ya se definieron. A base de esta ecuación un precio de abajo en la cadena

se expresa como una combinación lineal de algún precio más arriba. Por lo que pudieran existir asimetrías por entre el precio del crudo y el de los mayoristas o detallistas, y entre el de los mayoristas y los detallistas, ejemplo,

Algunas posibles fuentes de la asimetría

En la literatura económica se han identificado varias razones para la respuesta desigual de los precios de la gasolina ante alzas y reducciones en los precios del petróleo u otro precio *upstream* en ese mercado. Un catálogo bastante amplio de dichas fuentes es ofrecido por Borenstein, Cameron y Gilbert (1997), y Brown y Yücel (2000). La falta de competitividad en los mercados es uno de los factores más esgrimido como explicación de la existencia de este fenómeno. Por ejemplo, si la gasolina se distribuye en un mercado de oligopolio, donde las empresas actúan solapadamente como un cartel, éstas aumentarán inmediatamente el precio de la gasolina como reacción a un alza en los costos de producción, para enviar la señal de cumplimiento del acuerdo a los demás productores. Sin embargo, si los precios más arriba en la cadena de producción-distribución se reducen, las compañías más abajo en ese esquema estarán renuentes a reducir el precio, para que no se interprete su comportamiento como que se están alejando de la alianza y han decidido reducir el margen de ganancia.

Costos asociados a la búsqueda de información sobre la distribución de precios de la gasolina en el mercado, por parte de los consumidores, pudieran originar también la asimetría aludida. En un mercado donde las estaciones de gasolina tienen un poder de monopolio, basado en su localización, que depende en forma inversa de las actividades de búsqueda de los consumidores, se podrían esperar ajustes más rápidos en los precios *downstream* cuando aumentan los precios *upstream*, si se comparan con las acciones ante una reducción de esta última variable. Esto sucede porque los consumidores están más motivados a invertir tiempo en la búsqueda de precios cuando estos están aumentando que cuando se reducen, ya que el beneficio de esta actividad es mayor en el primer caso. En dicho ambiente económico les es beneficioso a las empresas incrementar los precios inmediatamente luego de la ocurrencia de un alza en sus costos, y reducirlo lentamente al mermar los mismos, para disfrutar de una tasa de ganancia mayor hasta que los consumidores se involucren en la búsqueda mencionada y las obliguen a bajar el precio.

La conducta de compra de los individuos cuando cambian los precios de la gasolina y el manejo de inventarios, también se han mencionado como razones para la asimetría. Si los consumidores, ante el temor de precios mayores, aumentan las compras de dicho producto cuando los precios están subiendo, ejercen una presión del lado de la demanda sobre estos que acelera su incremento al reducirse los inventarios del producto. Por otro lado, si no sucede lo contrario al bajar los precios del crudo, por miedo de los individuos a quedarse sin gasolina, los precios disminuirán lentamente; así se explica la reacción dispar de esta variable ante alzas y reducciones en los costos del petróleo. Esta situación se agrava si es más costoso mantener inventarios por debajo de su nivel óptimo que excederlo.

La asimetría puede ser además, de acuerdo a algunos autores, el resultado de rezagos en la transmisión de los cambios en los precios a través de la estructura de mercado. En el informe de la *Energy Information Administration* del Departamento de Energía de Estados Unidos (1999:3) se dice: "...much of the pattern asymmetry detected in this and previous studies could be a statistical artifact caused by the time lags between price changes at different points in gasoline distribution system". Por otro lado, Radchenko (2004a) afirma que la respuesta de los precios de la gasolina a impulsos en el precio de petróleo depende de que si estos se consideran como permanentes (*long-term*) o transitorios (*short-term*); en el primer caso los ajustes se hacen rápidamente, mientras que en el segundo caso ocurre con retardos. La razón para esta reacción desigual son los costos asociados a los ajustes en el nivel de producción. Si como plantea Borenstein y Shepard (2002) el nivel de producción de la gasolina en las refinerías es determinado a base de algoritmos muy complejos, pudiera ser más eficiente variar los precios en forma paulatina si los cambios en el precio del crudo se consideran transitorios y reversibles, que cuando los cambios se perciben como permanentes; ya que no anticiparían nuevos cambios en el futuro cercano. Radchenko encuentra evidencia para la existencia de *shocks* permanentes y transitorios en el mercado de la gasolina de Estados Unidos.

El efecto de la inflación sobre los precios del crudo es otra posible fuente de la asimetría mencionada –véase Ball y Mankiw (1994). Si la tasa inflacionaria es ascendente, los impulsos positivos en el precio de petróleo se acentúan, mientras que los negativos se aminoran. Por último, los impuestos y las regulaciones en el mercado del petróleo y la gasolina también afectan la relación

entre las dos variables. En el caso de Puerto Rico se grava tanto el petróleo crudo como la gasolina. En el caso del petróleo crudo la tasa impositiva varía inversamente con el nivel de precios de este insumo de producción. Por ejemplo, cuando el precio del barril del crudo es menor o igual a veintiocho dólares el impuesto es \$4.00 por barril, y cuando ese costo es mayor de \$28.00 el impuesto baja a \$3.00 por barril. Para la gasolina el impuesto en la Isla es de \$0.16 por galón o fracción de galón.

II. Revisión bibliográfica

Esta sección presenta un resumen de la literatura sobre el tema. La relación que se ha examinado en los trabajos empíricos parte de la ecuación (1), que se toma como la relación de largo plazo. Si se obtienen las primeras diferencias de dicha ecuación tenemos:

$$\Delta P_{dw} = \alpha_1 \Delta P_{up} \quad (1')$$

La ecuación (1') es una relación general entre los cambios en el precio del crudo y los del precio de la gasolina. Este modelo se ha especializado en los trabajos empíricos en su forma dinámica como:

$$\Delta P_{dw,t} = \phi_{0t} + \sum_{i=0}^s \phi_{1i} \Delta P_{up,t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

O,

$$\Delta P_{dw,t} = \theta_{0t} + \sum_{i=0}^s \theta_{1i} \Delta P_{up,t-i} + \sum_{i=0}^r \theta_{2i} \Delta P_{dw,t-i} + \varepsilon_t \quad (2')$$

Donde los ϕ 's y los θ 's son los parámetros del modelo; ε_t es el elemento estocástico; y los demás símbolos ya han sido definidos. La ecuación (2) incluye sólo rezagos del precio *upstream* como predictores, mientras que en (2') se agregan rezagos de la variable dependiente. Tres formas principales se han usado para incorporar asimetría en estas formulaciones generales:

- (i) Descomponer la serie de los precios *upstream* en dos componentes, uno relacionado a las alzas en los precios ($P_{up}^+ = \max\{0, \Delta P_{up}\}$), y otro asociado a las bajas ($P_{up}^- = \min\{0, \Delta P_{up}\}$), sustituir $\Delta P_{up,t-i}$ por estos dos componentes en (2) o (2') e inspeccionar si la

longitud de rezagos y la magnitud de los coeficientes de estas variables son estadísticamente iguales.

- (ii) Incluir P_{up}^- (o P_{up}^+) en la ecuación (2) o (2') y examinar si su coeficiente es estadísticamente distinto de cero, esto implica que la dinámica del precio de abajo en la cadena no responde en forma simétrica a cambios en el precio de más arriba.
- (iii) Añadir factores de corrección de errores, respecto a la relación dada por (1), lineales ($\gamma_1(P_{dw,t-1} - \alpha_{0t} - \alpha_{1t}P_{up,t-1})$) o cuadráticos ($\gamma_2(P_{dw,t-1} - \alpha_{0t} - \alpha_{1t}P_{up,t-1})^2$) a la ecuación (2) o (2') y examinar la significancia estadística de γ_1 y/o γ_2 .

Pasemos ahora a discutir los trabajos empíricos. Karrenbrock (1991) examina la relación entre los precios de venta al por mayor y al detal de la gasolina regular y con plomo en EE.UU. con datos mensuales para el período de enero de 1983 a diciembre de 1990. Ese autor distingue entre tres tipos de asimetrías, a saber en: (a) el tiempo que transcurre para la realización de los ajustes, asimetría de patrón; (b) la magnitud de los ajustes totales asimetría, en la magnitud, y; (c) la magnitud de los ajustes por período. El primer tipo trata los patrones en el tiempo de ajuste en los precios de abajo en la cadena de producción/distribución ante aumentos o reducciones en los precios de más arriba. El segundo examina la magnitud de los cambios de los primeros precios *upstream* que se transfieren a los de abajo. El tercer tipo combina las dos definiciones y trata de examinar si la magnitud de los ajustes en los precios en cada período es la misma para los dos tipos de impulsos.

Para examinar estos fenómenos el autor estima el modelo (2) con P_{up}^+ y P_{up}^- , como se explicó en el punto (i) arriba. La hipótesis de simetría en el patrón de ajuste implica que la longitud de los rezagos de las dos variables de precios es la misma, mientras que la simetría en la magnitud significa que la suma de los coeficientes asociados a estas dos variables son iguales; si el orden de los rezagos de los regímenes de precios es igual y además los coeficientes de estos son iguales para cada uno de los rezagos, entonces el tercer tipo de simetría existe.

La estimación del modelo construido por ese autor reveló simetría en el patrón de ajuste para todos los tipos de gasolina excepto la regular con plomo. Sin embargo, no se halló evidencia de asimetría en la magnitud.

Shin (1992) examina la relación entre los precios de la gasolina que se vende al por mayor y el precio del petróleo crudo con datos mensuales de Estados Unidos para el período de 1986:1 a 1992:5. El autor examina un modelo similar a (2) donde él añade un término de ajuste cuadrático como el descrito en (ii). Los resultados de la estimación no revelaron asimetría.

Borestein, Cameron y Gilbert (1997) analizan los precios del petróleo crudo, y los de la gasolina tanto a nivel de mayorista como de detallista, con datos de bimensuales de Estados Unidos de marzo 1986 a diciembre de 1992. Estos autores estiman una ecuación como la (2) utilizando las variables P_{up}^+ y P_{up}^- , pero incluyen un término lineal de corrección de errores lineal. La estimación reveló la existencia de asimetría.

Balke, Brown y Yücel (1998) utilizan datos semanales de Estados Unidos desde enero de 1987 hasta agosto de 1996 usando cuatro precios en la cadena de distribución del mercado de la gasolina: el precio del crudo; el precio de la gasolina en la refinería; el precio al por mayor; y el precio al detal. Los autores utilizan modelos como la ecuación (2'). La asimetría se examina añadiendo la variable P_{up}^+ al modelo. En su trabajo, Balke, Brown y Yücel, en vez de estimar una sola ecuación construyen modelos de vectores autorregresivos (VAR) y de corrección de errores (VEC) para los distintos pares de precios.

Los resultados de la estimación de los modelos VEC evidenciaron una gran asimetría en la reacción de los precios *downstream* con respecto a los *upstream*, mientras que en los modelos VAR se encontró que la asimetría se encuentra en muy pocos de los pares de precios y fue muy pequeña.

Al igual que Karrenbrock (1991), el estudio de la *Energy Information Administration* (1999) examina asimetría en el patrón y la magnitud del ajuste para el área del oeste medio de ese país con datos semanales de octubre de 1992 a junio de 1998. En dicho trabajo se utilizaron cinco niveles de precios del mercado de la gasolina, comenzando con el del crudo y terminando con el precio de venta al detal. Los autores del estudio estiman el modelo dado por la ecuación (2) al que añaden rezagos de la variable P_{up}^+ para examinar los dos conceptos de asimetría. En el análisis se encuentra

que, en términos generales el precio de venta de la gasolina al detal responde en forma simétrica a cambios en los precios que están más arriba en la estructura.

Radchenko (2004b) examina este tema con datos semanales de Estados Unidos para el período de marzo de 1991 a febrero de 2003 de los precios de venta del crudo y de la gasolina al detal. Dicho autor utiliza una ecuación parecida a la (2') para modelar el precio de la gasolina, pero sustituye el precio *upstream* por las variables P_{up}^+ y P_{up}^- y añade un término de corrección de errores lineal. Radchenko usa un modelo VEC por lo que incluye una ecuación para el precio del petróleo. Las funciones de impulso-respuesta acumuladas se utilizan para determinar si los precios *downstream* reaccionan de forma simétrica ante aumentos y reducciones en los precios *upstream*. Los resultados de la estimación sugieren que las bajas en los precios del crudo se trasladan rápidamente a los precios de venta de la gasolina y no así los aumentos.

Rao y Rao (2005a) usan datos trimestrales de la isla de Fiji para el período de 1997:1 a 2004:3 para estudiar la relación entre los precios del petróleo crudo y la gasolina al detal. Los autores estiman un modelo similar al de la ecuación (2'), pero sustituyen el precio del crudo por P_{up}^+ y P_{up}^- y añaden un término de corrección de errores lineal. Para determinar la existencia o no de asimetría hacen pruebas estadísticas sobre la igualdad de la longitud de los rezagos asociados a P_{up}^+ y P_{up}^- . Los resultados de dicha prueba arrojaron evidencia de asimetría.

Por último, Rao y Rao (2005b) utilizan datos mensuales de Estados Unidos para el período de enero de 1978 a diciembre de 2004 para examinar la relación entre los precios de venta del petróleo crudo y de la gasolina al detal. Los autores no encuentran evidencia de asimetría entre estos dos pares de precios, usando la misma metodología de Rao y Rao (2005a).

La Tabla 1 resume los resultados de la literatura revisada. Como se observa en dicha Tabla se han usado distintas metodologías y frecuencia de datos en el examen de este tema. Además, no existe un consenso sobre la existencia de asimetría en los precios en el mercado de la gasolina.

Tabla 1
Resumen de la literatura reseñada

Estudio	Datos	Método	Hallazgos
Karrenbrock (1991)	Mensuales de EE.UU.: 1983-1990.	Modelo (2) con P^+ y P^-_{up} .	Asimetría en el patrón de ajuste no en la magnitud.
Shin(1992)	Mensuales de EE.UU.: 1986-1992.	Modelo similar a (2), pero se le añade un término de ajuste cuadrático	No encuentra asimetría.
Borestein, Cameron y Gilbert (1997)	De cada dos semanas de EE.UU.: 1986-1992.	Ecuación (2) utilizando las variables P^+ y P^-_{up} , en lugar del precio <i>upstream</i> e incluyen un término de corrección de errores lineal.	Se halla asimetría.
Balke, Brown y Yucel (1998)	Semanales de EE.UU.: 1987-1996.	Modelos VAR Y VEC basados en la ecuación (2') añadiendo la variable P^-_{up} .	Asimetría usando un modelo VEC, pero no al usar el modelo VAR.
Energy Information Administration (1999)	Semanales de los estados del medio oeste de EE.UU.: 1992-1998.	Modelo dado por la ecuación (2) al que añaden rezagos de la variable P^-_{up} .	Asimetría en el patrón de ajuste, pero no en la magnitud.
Radchenko (2004b)	Semanales de EE.UU.: 1986-1992.	Modelo VEC basado en la ecuación (2'), pero sustituye el precio <i>upstream</i> por las variables P^+ y P^-_{up} .	Asimetría, pero no la esperada. Las bajas se trasladan rápidamente pero no los aumentos.
Rao y Rao (2005a)	Trimestrales de la isla de Fijí: 1992-2004.	Modelo similar al de la ecuación (2'), pero sustituyen el precio del crudo por P^+ y P^-_{up} y añaden un término de corrección de errores lineal.	Se halla asimetría.
Rao y Rao (2005b)	Mensuales de EE.UU.: 1978-2004.	En el mismo de Rao y Rao (2005a).	No encuentran asimetría

IV. Metodología y datos

Para explorar la existencia de asimetría en el patrón de ajuste de la gasolina en Puerto Rico se utiliza el siguiente modelo de regresión lineal:

$$\Delta P_{\text{gas},t} = \beta_{0t} + \sum_{i=0}^s \beta_{1i} \Delta P_{\text{oil},t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{2i} d_1 \Delta P_{\text{oil},t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

donde: los betas son parámetros a estimar; $\Delta P_{\text{gas},t}$ es la primera diferencia del precio de la gasolina en el período t ; $\Delta P_{\text{oil},t}$ es la primera diferencia del precio del petróleo en t ; d_1 es una variable categórica que asume el valor de uno si $\Delta P_{\text{oil}} > 0$ y cero de otra forma; ε_{1t} es un elemento estocástico que se distribuye $N(0, \sigma^2)$; y , r y s (que no tienen que ser iguales) es la longitud de los rezagos que se determinó observando la significancia estadística de los parámetros estimados asociados a cada orden de los rezagos usando el estadístico t . El estadístico Q se usó para asegurar que el modelo estimado generaba residuos aleatorios.

La variable $d_1 \Delta P_{\text{oil},t-i}$ se utiliza para examinar la asimetría. Cuando d_1 es igual a uno las pendientes de la ecuación (3) serían $\beta_{1i} + \beta_{2i}$; mientras que, cuando d_1 es igual a cero las pendientes serían β_{1i} . Por otro lado, si los parámetros β_{2i} no son estadísticamente distintos de cero, entonces se encontraría evidencia de que los precios de la gasolina responden de forma similar ante aumentos y disminuciones en los costos del crudo. Bajo esta situación los cambios totales en el precio del crudo recogen toda la información relevante para predecir el precio de la gasolina. De suceder que los parámetros estimados fueran estadísticamente distintos de cero, se hallaría evidencia de asimetría: los ajustes del precio en la gasolina dependen de la dirección del cambio en el precio del petróleo.

Así que, la presencia de asimetría en el patrón se examina docimando la siguiente hipótesis:

$$H_0: \sum_{i=1}^r \beta_{2it} = 0 \quad (H.1)$$

H_a : Al menos uno de los betas es distinto de cero.

Ésta es una docimasia de exclusión que, bajo el supuesto de normalidad de los elementos aleatorios del modelo, se somete a prueba con el estadístico F . El rechazo de H_0 es evidencia de la asimetría en el patrón de ajuste.

La existencia de asimetría en la magnitud del ajuste se investiga con la siguiente ecuación:

$$\Delta P_{gas,t} = \psi_{0t} + \sum_{i=0}^p \psi_{1i} d_1 \Delta P_{oil,t-i} + \sum_{i=0}^q \psi_{2i} d_2 \Delta P_{oil,t-i} + \epsilon_{2t} \quad (4)$$

donde d_2 es una variable categórica que asume el valor de uno si $\Delta P_{oil} < 0$ y cero de otra forma; los ψ 's son los parámetros a estimar; ϵ_{2t} , es un elemento que se distribuye de acuerdo a la distribución normal con promedio cero y varianza constante, y los demás símbolos ya se definieron.

En la ecuación (4) $d_1 \Delta P_{oil}$ y $d_2 \Delta P_{oil,t}$ son las variables que contienen información sobre los cambios en el precio del petróleo. La primera consiste de los valores del cambio de este precio para los períodos en que éste aumenta y la segunda los valores cuando el mismo se reduce. Por tanto, la longitud de los rezagos de estas variables no tiene que ser igual. Como esta ecuación es distinta a la (3) los órdenes de los rezagos en las dos ecuaciones no tienen que ser los mismos.

Obsérvese que cuando d_1 es igual a uno, d_2 es igual a cero y viceversa. Por tanto, en la ecuación (4) las pendientes son iguales a ψ_{1i} cuando d_1 es igual a 1 y ψ_{2i} cuando d_2 es igual a uno.

La siguiente docimasia de hipótesis es relevante en este caso:

$$H_0: \sum_{i=1}^p \psi_{1i} = \sum_{i=1}^q \psi_{2i} \quad (H.2)$$

$$H_a: \sum_{i=1}^p \psi_{1i} \neq \sum_{i=1}^q \psi_{2i}$$

La hipótesis nula establece que las sumas de los coeficientes de las variables asociadas a las alzas y reducciones en el precio del crudo son iguales. Lo que implica que la magnitud de las bajas y alzas en el precio del crudo se transfieren en forma simétrica al precio de la gasolina. Bajo el supuesto de normalidad de los residuos H_0 se puede someter a prueba con el estadístico F. Si la hipótesis nula no se rechaza se encontraría evidencia de asimetría de magnitud.

En la estimación de los modelos descritos por (3) y (4) se hizo utilizando los mínimos cuadrados ordinarios y se examinaron variables de tendencia, de ajustes estacionales y para recoger el

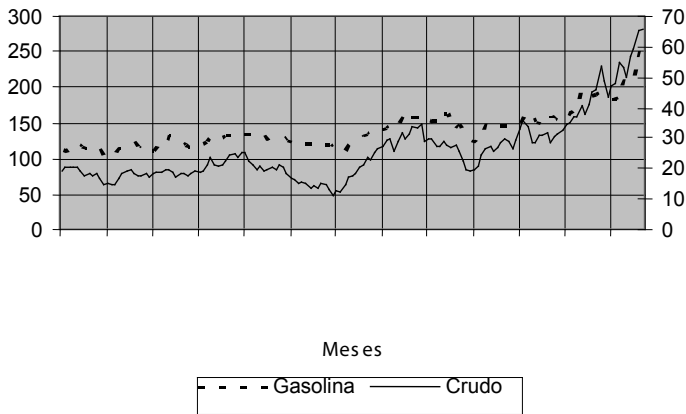
efecto de la estructura del arbitrio sobre el petróleo crudo. El análisis se realizó con datos mensuales para el período de 1993:1 a 2005:9.⁴ Se usaron las siguientes series: el índice de precios de la gasolina, que incluye regular y *premium*, proveniente del Departamento de Asuntos del Consumidor;⁵ y el costo por barril del West Texas Intermediate, que representó el precio del petróleo.

V. Hallazgos del análisis empírico

La Gráfica 1 muestra las series de los precios de la gasolina en Puerto Rico y el petróleo desde enero de 1993 a septiembre de 2005. Como se observa, la dinámica de las dos series es bastante similar. Para examinar la estructura de rezagos de la relación de las dos series se estimó el correlograma cruzado⁶ de las primeras diferencias de estas dos variables, éste se presenta en la Gráfica 2.

Gráfica 1

Trayectoria de los precios de la gasolina y el petróleo

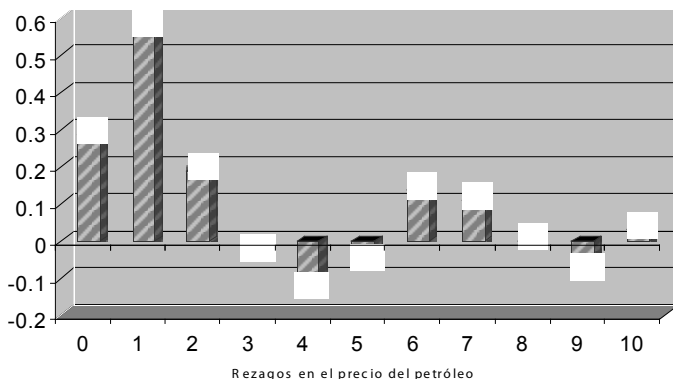


La correlación contemporánea entre estas dos variables es .29, mientras que entre el precio de la gasolina y el primer rezago del precio del crudo es .57. A partir del segundo rezago las correlaciones se reducen significativamente, con la excepción del rezago siete y ocho que pudiera ser la consecuencia de ruido en las series o de efectos de temporada. Un punto importante en esta caracterización es la observación de que la correlación de orden uno es mayor que la contemporánea, por lo que aún con datos mensuales los precios

del petróleo anteceden los de la gasolina. Además, la estructura de rezagos entre estas dos variables parece ser bastante corta, lo que significa que los impulsos se transmiten rápidamente.

Gráfica 2

Correlograma cruzado entre las primeras diferencias de los precios de la gasolina y el petróleo



Pasemos ahora a los resultados de la estimación de los modelos de regresión lineal. Un resumen de los estadísticos estimados para la ecuación (3) está contenido en la Tabla 2. La especificación del modelo incluyó como variables independientes el valor contemporáneo de la primera diferencia del precio del petróleo y su primer rezago, los primeros dos rezagos de la variable de asimetría. Se incluyó una variable que recoge la estructura del impuesto del petróleo crudo pero no resultó ser relevante para el modelo.

Los estadísticos de la estimación revelan la adecuación de la estimación; por ejemplo el valor del estadístico Q implica que no hay evidencia de autocorrelación hasta de orden cinco. El coeficiente de determinación informa que 46% de las variaciones en la primera diferencia del precio de la gasolina se le puede atribuir a las variables independientes del modelo, en el período de estimación.

Al realizar la docimasia de hipótesis (H.1) que examina si los coeficientes de la variable de asimetría en el patrón de ajuste son iguales a cero, se encontró que el estadístico F calculado ascendió a .22 y su valor-p a .88. Así que, los parámetros de la variable de asimetría estimados no son estadísticamente distintos de cero y la hipótesis de que existe esta condición en el patrón de ajuste puede

ser rechazada. *Los datos sustentan la contención de que los precios de la gasolina se ajustan con patrones de tiempo similares ante aumentos y reducciones en los precios del petróleo.*

Tabla 2

**Resultados de la estimación de la ecuación (3):
Evaluación de asimetría en el patrón de ajuste**

Variable dependiente: $\Delta P_{gas,t}$

Observaciones usadas: 1993:04 2005:09

Variable	Coficiente	Estadístico-t	Valor-P.
ΔP_{oil}	0.77	3.35	.02
$\Delta P_{oil} (-1)$	1.53	5.04	.00
$\Delta P_{oil} (-2)$.45	1.5	.14
$d_1 \Delta P_{oil} (-2)$	0.277	2.36	.56
$d_1 \Delta P_{oil} (-1)$	-0.068	-.15	.88
$d_1 \Delta P_{oil}$.044	.09	.93
R ² =.46; Estadístico Durbin-Watson=2.04; Q(5)=8.22 Valor-P de Q=.14 Las variables fueron ajustadas estacionalmente por medio de un promedio móvil.			

La existencia de la asimetría en la magnitud de los ajustes se examinó estimando el modelo de regresión descrito en la ecuación (4), cuyos resultados se reportan en la Tabla 3. El modelo seleccionado ajustó bien las series. Todos los parámetros son estadísticamente distintos de cero, no hay evidencia de autocorrelación y el R² fue .45, que con datos en las primeras diferencias, esto es eliminando la tendencia que es una fuente de correlación en las series de tiempo, es aceptable.

La suma de los coeficientes a la variable que mide las bajas en el precio del petróleo es 2.38 y la variable que mide las alzas en el precio del petróleo es 2.81. El estadístico F calculado para la docimasia de que ambas sumas son iguales fue 1.45 y el valor-p .23. Por lo que la hipótesis de simetría de magnitud no se puede rechazar.

Tabla 3

**Resultados de la estimación de la ecuación (4):
Asimetría de magnitud**

Variable dependiente: $\Delta P_{gas,t}$

Observaciones usadas: 1993:04 2005:09

Variable	Coefficiente	Estadístico-t	Valor-P.
$d_2\Delta P_{oil} (-1)$	1.51	5.12	.000
$d_2\Delta P_{oil}$	0.88	2.70	.008
$d_1\Delta P_{oil}$	0.64	2.42	.017
$d_1\Delta P_{oil} (-1)$	1.29	5.36	.000
$d_1\Delta P_{oil} (_2)$	0.89	3.16	.002

R²=0.45; Estadístico Durbin-Watson=2.02; Q(5) =9.54 Valor-P de Q=0.121.
Las variables fueron ajustadas estacionalmente por medio de un promedio móvil.

VI. Comentarios finales

Esta investigación examinó la existencia de asimetría en los efectos de cambios en los precios del petróleo sobre el precio de venta de la gasolina en Puerto Rico para el período de 1993 a 2005. Se analizaron dos conceptos de asimetría: la asimetría en el patrón de ajuste y la asimetría en la magnitud del ajuste. El primer tipo se relaciona con rezagos en la transmisión de los cambios en el precio del crudo al precio de la gasolina, mientras que el segundo tiene que ver con la proporción de los cambios que se transmiten. Estos conceptos se examinaron en el contexto de dos modelos dinámicos de regresión lineal.

Los resultados de la estimación sugieren que no existe asimetría en el patrón de ajuste, ni en la magnitud de éste en el mercado de gasolina en la Isla. Así que, el precio de venta de la gasolina al detal en Puerto Rico, en el período de análisis, en promedio tardó el mismo tiempo en ajustarse ante aumentos y reducciones en el costo del crudo; y, la magnitud total del ajuste fue la misma bajo las dos situaciones. Esto pudiera ser el resultado de

un nivel alto de competencia entre los detallistas de gasolina en la Isla.

Los hallazgos son similares a los encontrados por Shin (1992) y Rao y Rao (2005b) para el caso de Estados Unidos, usando también datos mensuales; y en el caso de la simetría en la magnitud, coincide con lo encontrado por la Energy Information Administration (1999) utilizando datos semanales para ese mismo país. Lo que se pudiera explicar por la alta correlación que existe entre el precio de la gasolina en Puerto Rico y Estados Unidos. En el período bajo análisis, con datos mensuales, esta correlación fue .82. Es importante señalar, sin embargo, que en el patrón de ajuste se pudiera detectar asimetría con datos de una frecuencia mayor.

NOTAS

1. Este artículo se escribió mientras se disfrutaba de un descargo de las tareas docentes otorgado por el Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales en el Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. Agradezco los valiosos comentarios de tres árbitros anónimos.

2. Pueden haber otras interrelaciones entre los distintos niveles; por ejemplo, la refinería pudiera ser el mayorista /distribuidor; además los mayoristas pudieran ser dueños de puestos de distribución al detal, entre otras posibles variaciones.

3. En los Estados Unidos, cada 100 barriles de petróleo producen cerca de 47 barriles de gasolina.

4. Éste fue el período para el cual se obtuvieron datos para el precio de la gasolina en Puerto Rico. No fue posible obtener dichos datos a una frecuencia mayor a la mensual.

5. Información obtenida por correo electrónico de la División de Estudios Económicos del Departamento de Asuntos del Consumidor en el 2005.

6. Dicha gráfica presenta la correlación del precio de la gasolina en el período t con la del precio del petróleo en el período $t-i$, $i=0,1...10$.

REFERENCIAS

- Balke, Nathan S., Stephen P.A. Brown, y Mine K. Yücel. (1998). Crude Oil and Gasoline prices: An Asymmetric Relationship? *Federal Reserve Bank of Dallas Economic Review* 1(1): 2-11.
- Ball, Laurence y N. Gregory Mankiw. (1994). Asymmetric Price Adjustment and Economic Fluctuations. *Economic Journal* 104(4): 247-61.
- Borenstein Severin, A., Colin Cameron y Richard Gilbert. (1997). Do Gasoline Prices Respond Asymmetrically to Crude Oil Price Changes? *The Quarterly Journal of Economics* 112(1): 305-39.
- Borestein Severin y Andrea Shepard. (2002). Sticky Prices, Inventories and Market Power in Wholesale Gasoline Markets. *Rand Journal of Economics* 33(1): 116-39.
- Brown Stephen P.A. y Mine K. Yücel. (2000). Gasoline and Crude Oil Prices: Why the asymmetry? *Federal Reserve Bank of Dallas Economic and Financial Review* third quarter: 23-29.
- Karrenbrock, Jeffrey D. (1991). The Behavior of Retail Gasoline Prices: Symmetric or not? *Federal Reserve Bank of St. Louis Quarterly Review* 73(4): 19-29.
- Radchenko, Stanislav. (2004a). Anticipates and Unanticipated Effects [sic] of Crude Oil Prices and Oil Inventory Changes on Gasoline Prices. Charlotte: Universidad de Carolina del Norte, Charlotte: 38p. Manuscrito.
- _____. (2004b). Lags in the Response of Gasoline Prices to Changes in Crude Oil Prices: the Role of Short-term and Long-term Shocks. Charlotte: Universidad de Carolina del Norte, 40p. Manuscrito.
- Rao, B. Bhaskara y Gyaneshwar Rao. (2005a). Crude Oil and Gasoline Prices in Fiji: Is the Relationship Asymmetric? Suva, Fiji: University of the South Pacific, 19p. Manuscrito.

- _____. (2005b). Further Evidence on Asymmetric US Gasoline Price Response. Suva, Fiji: University of the South Pacific, 8p. Manuscrito.
- Shin, David. (1992). Do Product Prices Respond Symmetrically to Change in Crude Prices? [S.l.]: American Petroleum Institute Research no. 068. 20p.
- U. S. Department of Energy Information Administration. (1999). *Price Changes in the Gasoline Market: Are Midwestern Gasoline Prices Downward Sticky?* Informe DOE/EIA-0626. 55p.