

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



MÉXICO: LA MENTIRA DEL PETRÓLEO EN EL SIGLO XXI
ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN BAJO UN QUIEBRE ESTRUCTURAL

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA

FRANCISCO JAVIER BARRAGÁN SÁNCHEZ

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. DANIEL VENTOSA-SANTAULÀRIA

CIUDAD DE MÉXICO

2023

A PEMEX, el motor de la economía mexicana del siglo pasado

*“Defendamos nuestro peso. Esa es la estructura que le conviene al país.
Esa es la estructura a la que me he comprometido a defender como perro.”*
- José López Portillo, expresidente de México.

Agradecimientos

Este trabajo significa la conclusión de una etapa de mi vida, no podría estar más agradecido con ustedes.

A la vida misma, por permitirme seguir aquí, riendo, llorando y viviendo.

A mis padres, por su apoyo y amor incondicional; a mi Padre, por su presencia, su temple, su sabiduría y su paciencia; a mi Madre, por su cariño, su energía, su consejo y su visión. Ustedes fueron los primeros en creer en mí y estoy eternamente agradecido.

A mi hermana, por su lucha diaria, eres la persona más fuerte que conozco, te amo Ady.

A mis abuelos, por trasladarnos todo su conocimiento a mi padres y a mí, y formarnos como las personas que somos ahora, ustedes siempre serán mi segundo hogar.

A los Barragán, por demostrarme que se puede llegar a donde quieras desde donde vengas.

A los Sánchez, por hacerme creer que todo se puede lograr con esfuerzo y un poco de diversión.

A mis chilangos favoritos e incondicionales, Neil Figueroa y Emiliano Alba, porque sin ustedes, este viaje no lo contaría con la felicidad que lo cuento ahora. Gracias por demostrarme que la Ciudad de México es un espacio donde un jarocho la puede pasar de maravilla.

A mis amigas de toda la vida, Erika Cureño y Ximena González, por ofrecerme su amistad en diferentes etapas de mi vida incluso cuando las fronteras terrestres o aéreas nos separan.

A mis reales, Portos, Sofi, Memo y Dani, gracias por hacerme reír, hacer de ustedes un hogar y aconsejarme bien en momentos difíciles.

A Aldair, Alex, Julia, Neri, José Luis, Capa, Jorge, Paul, Vala y Emi, por demostrarme que, en CDMX, Bogotá, Veracruz, Puebla, Córdoba y Cuitláhuac, la amistad nunca muere.

A los profesores Daniel Ventosa, Marcelo Delajara, Fausto Hernández, Alejandra Elizondo

y Eric Rayn, su consejo y apoyo fue fundamental para terminar esta etapa. Gracias por todos los conocimientos que pudieron compartirme.

Al CIDE, por su valiosa educación y formación profesional.

A Claudia, gracias por todo el amor y cariño que me has brindado. Por creer en mí y hacerme sentir tan especial. Por acompañarme en las noches difíciles y los días nublados. Lo que escribo aquí no representa todo lo que siento por ti. Por una Colombia y Noruega que no separen el amor.

A quienes no menciono pero siguen teniendo un espacio en mi corazón, muchas gracias.

Resumen

Este trabajo de grado investiga la evolución de la relación entre el tipo de cambio mexicano y el precio del petróleo en los últimos años. A pesar de una histórica interdependencia, se ha observado un cambio significativo en esta relación desde 2015. Mediante el uso de pruebas de cointegración y modelos VAR, se identifica un quiebre estructural que marca un punto de inflexión en la relación entre estas dos variables. Antes del quiebre, el tipo de cambio estaba estrechamente vinculado al precio del petróleo, mientras que después del quiebre, esta relación se debilita notablemente.

Este estudio examina cómo la economía mexicana ha disminuido su dependencia del petróleo como fuente de ingresos y exportaciones, diversificándose hacia el sector manufacturero. Además, se consideran factores económicos internos y externos que han influido en esta transformación. Los resultados sugieren que la economía mexicana se ha vuelto menos vulnerable a las fluctuaciones en el precio del petróleo, lo que tiene implicaciones importantes para la estabilidad económica del país.

Este análisis proporciona una visión detallada de cómo los cambios en la dinámica exportadora de México y otros factores económicos han impactado en la relación entre el tipo de cambio y el precio del petróleo en los últimos años. Estos hallazgos tienen relevancia no solo para el contexto mexicano, sino también para comprender las complejas interacciones entre las variables económicas en un mundo globalizado.

Abstract

This thesis investigates the evolution of the relationship between the Mexican exchange rate and oil prices in recent years. Despite a historic interdependence, a significant change in this relationship has been observed since 2015. Using cointegration tests and VAR models, a structural break is identified, marking a turning point in the relationship between these two variables. Before the break, the exchange rate was closely linked to oil prices, while after the break, this relationship weakens significantly.

This study examines how the Mexican economy has reduced its dependence on oil as a source of income and exports, diversifying towards the manufacturing sector. Additionally, internal and external economic factors that have influenced this transformation are considered. The results suggest that the Mexican economy has become less vulnerable to fluctuations in oil prices, which has significant implications for the country's economic stability.

This analysis provides a detailed insight into how changes in Mexico's export dynamics and other economic factors have impacted the relationship between the exchange rate and oil prices in recent years. These findings are relevant not only for the Mexican context but also for understanding the complex interactions between economic variables in a globalized world.

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión de literatura	5
3. Datos	8
4. Modelo	10
4.1. Estacionariedad	10
4.2. Prueba de cointegración de Johansen	11
4.3. Prueba Gregory-Hansen	12
4.4. Modelo VAR	13
5. Resultados	14
5.1. Resultados del VAR antes del quiebre estructural	14
5.2. Resultados del VAR después del quiebre estructural	15
5.3. Funciones Impulso-Respuesta	16
6. Conclusiones	18
Referencias	20

Índice de Gráficas

- 1. Tipo de cambio y precio del barril 2
- 2. Porcentaje de exportaciones mexicanas 3
- 3. Volumen y porcentaje de exportaciones petroleras 4
- 4. Tipo de cambio e índice de commodities 7
- 5. Funciones Impulso-Respuesta antes del quiebre estructural. 16
- 6. Funciones Impulso-Respuesta después del quiebre estructural 16

Índice de Tablas

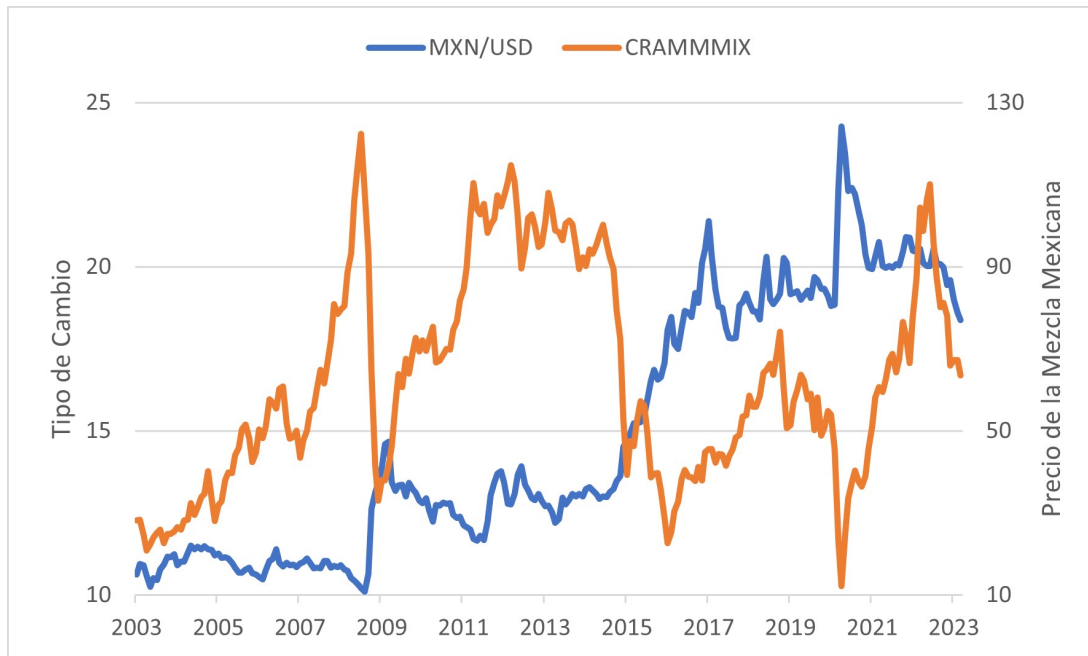
- 1. Estadísticas descriptivas de las variables 9
- 2. Pruebas de estacionariedad 10
- 3. Prueba de cointegración de Johansen 11
- 4. Prueba de cointegración bajo un quiebre estructural Gregory-Hansen . . . 12
- 5. Coeficientes asociados al VAR antes del quiebre estructural 14
- 6. Coeficientes asociados al VAR después del quiebre estructural 15

1 Introducción

La relación entre el tipo de cambio mexicano y el precio del barril de petróleo ha sido un tema de profundo interés y relevancia en el ámbito económico y financiero, especialmente en los últimos años. Mientras que México ha ostentado su posición como uno de los principales países productores de petróleo a nivel global, la dinámica intrincada entre estas dos variables ha capturado la atención de analistas, académicos y formuladores de políticas por igual. La economía mexicana, en gran parte, ha dependido de las exportaciones de productos petroleros como una fuente fundamental de ingresos, estableciendo así una conexión inextricable entre la cotización del petróleo y la estabilidad económica del país. Sin embargo, la evolución constante de los mercados y las dinámicas económicas globales ha planteado interrogantes en torno a la persistencia y fuerza de esta relación histórica.

Históricamente, las oscilaciones en el mercado internacional del petróleo han tenido un impacto directo y a menudo profundo en el valor de la moneda mexicana en relación con otras divisas. Un claro ejemplo de este fenómeno se remonta a la crisis petrolera de 1981, cuando una abrupta caída en los precios internacionales del petróleo condujo a una devaluación extraordinaria del peso mexicano, alcanzando niveles de hasta el 400 % en apenas un año. Esta interdependencia entre el precio del petróleo y el tipo de cambio también se manifestó en épocas más recientes, como el colapso del valor del crudo en 2014, que a su vez provocó una depreciación del peso mexicano en torno al 50 %.

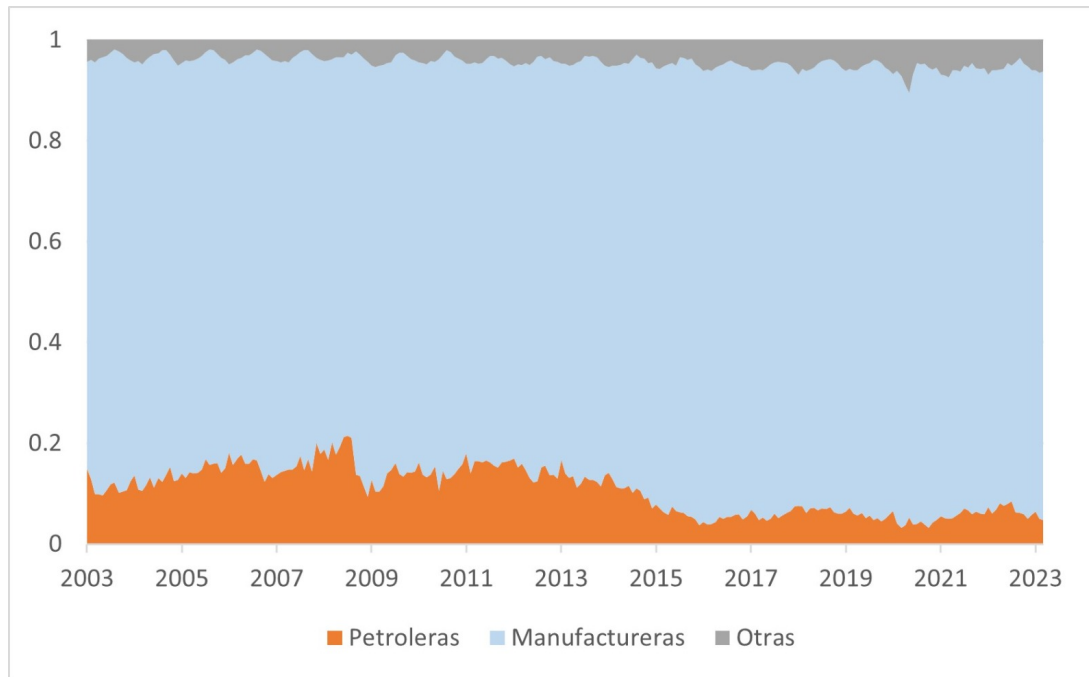
Figura 1: Tipo de cambio y precio del barril



Fuente: Elaboración propia con datos de Banxico.

A pesar de la indiscutible relación histórica entre el tipo de cambio y el precio del petróleo, este trabajo de grado se propone examinar la persistencia y la fuerza de esta relación en los últimos años de la década pasada y en los primeros años de la presente década. La evidencia empírica sugiere que a partir del año 2015, esta relación ha experimentado una disminución de su correlación, como lo ilustra la Figura 1, que visualiza la evolución de ambas variables a lo largo del tiempo. Esta tendencia invita a la reflexión sobre la posibilidad de que factores emergentes o reconfiguraciones en la economía global hayan modificado las bases sobre las cuales operaba previamente esta relación.

Figura 2: Porcentaje de exportaciones mexicanas

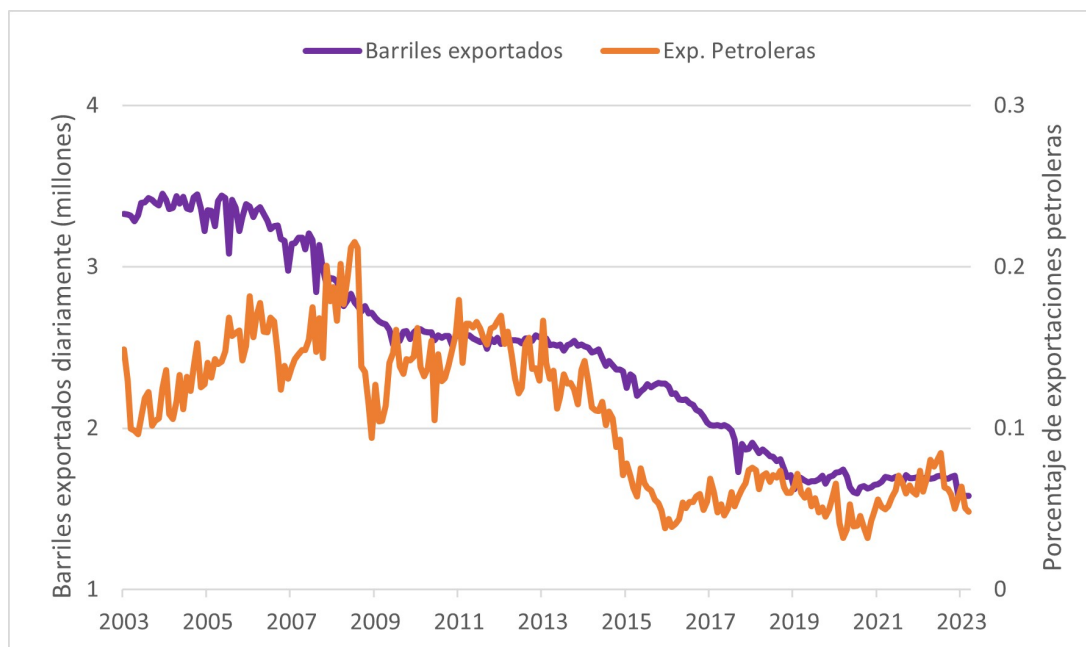


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Resulta fundamental considerar el cambio de paradigma que se ha manifestado en la estructura de las exportaciones mexicanas durante la década de 2010, en particular entre los años 2014 y 2015. La Figura 2, que presenta el porcentaje de exportaciones de productos manufacturados y petroleros, refleja claramente este cambio, con un aumento proporcional en las exportaciones de productos manufacturados correlacionado con una disminución en las exportaciones petroleras, y viceversa. Sin embargo, se plantea que este cambio en la composición de las exportaciones no puede explicarse meramente a través de las cifras porcentuales, sino que debe ser analizado mediante un enfoque que considere los volúmenes absolutos de exportación.

La disminución en el porcentaje de exportaciones petroleras en la mitad de la década pasada fue impulsada principalmente por una caída en el volumen de las exportaciones de petróleo, más que por un aumento en el porcentaje de exportaciones de productos manufacturados. Este fenómeno se vio influenciado por diversos factores, como la madurez de los yacimientos petroleros en México, la falta de descubrimientos significativos y la reducción de la inversión en el sector debido a la reforma energética de 2013. Estos elementos, en conjunto con las fluctuaciones en los precios globales del petróleo, contribuyeron a una mayor volatilidad en las exportaciones de petróleo de México.

Figura 3: Volumen y porcentaje de exportaciones petroleras



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

A pesar de la histórica relación estrecha entre el tipo de cambio y el precio del petróleo en el siglo pasado, es importante destacar que este trabajo se concentra específicamente en analizar la evolución de esta relación en los últimos años. No pretende ofrecer una explicación exhaustiva de cómo esta relación se desarrolló en décadas pasadas. En cambio, se centra en comprender cómo los cambios recientes en la dinámica económica y comercial de México, junto con factores internos y externos, han influido en la relación actual entre el tipo de cambio y el precio del petróleo. Esta limitante en el enfoque es esencial para contextualizar y entender los resultados presentados en el trabajo.

En síntesis, este trabajo de grado se propone examinar la evolución y la persistencia de la relación histórica entre el tipo de cambio mexicano y el precio del petróleo en un contexto contemporáneo de cambios estructurales en la economía global y en la composición de las exportaciones de México. A pesar de la disminución de la fuerza de esta relación en los últimos años, se enfatiza que en determinados momentos sigue siendo relevante, lo que subraya la importancia de considerar una gama de factores económicos para obtener una comprensión más precisa de la dinámica actual del tipo de cambio.

2 Revisión de literatura

Por lo que respecta al análisis de la literatura relacionada con la interacción entre el tipo de cambio y los precios de los commodities, existe un cuerpo sustancial de investigación que ha abordado diversas perspectivas y ha contribuido significativamente al entendimiento de esta dinámica compleja. Una de las hipótesis fundamentales que ha sido objeto de atención es la relación intrínseca entre el comportamiento del tipo de cambio y las fluctuaciones en los precios de los commodities.

En un enfoque que aborda específicamente la relación entre el tipo de cambio y los precios del petróleo, se han llevado a cabo investigaciones pioneras. (Chaudhuri y Norden 1998) exploraron los movimientos no estacionarios del tipo de cambio y su vínculo con los movimientos no estacionarios de los precios del petróleo en 16 economías de la OCDE. Por otro lado, (Amano y Ben 1998) identificaron la relación entre el tipo de cambio real y el precio del petróleo doméstico en contextos estadounidenses, japoneses y alemanes. En la misma línea, un análisis de los países del G7 realizado por (Chen y Chen 2007) confirmó la existencia de una relación de cointegración entre el tipo de cambio real y el precio del petróleo crudo.

Otra hipótesis que ha sido objeto de un amplio cuerpo de investigación se centra en los traspasos que ocurren entre los choques en los precios de los commodities y sus efectos sobre el tipo de cambio. (Lizardo y Mollick 2010) exploraron este fenómeno en el contexto de países exportadores de petróleo, revelando que un aumento en los precios internacionales del petróleo estaba relacionado con la apreciación de monedas locales como el dólar canadiense, el rublo, la libra, el bolívar o el peso mexicano. Estos resultados se derivaron de la aplicación de la prueba de cointegración de Johansen. En un estudio similar, (Bermudez, Bermudez y Saucedo 2018) emplearon un modelo VAR para demostrar una relación significativa y negativa entre el tipo de cambio y el precio del barril de petróleo en el contexto mexicano, incorporando además las fluctuaciones en el mercado bursátil.

Un enfoque novedoso consiste en comprender cómo los ingresos petroleros de un país exportador influyen en las fluctuaciones del tipo de cambio local. (Volkov y Yuhn 2016) abordaron este aspecto mediante un modelo GARCH-M y concluyeron que los ingresos petroleros de un país determinan las variaciones en el tipo de cambio.

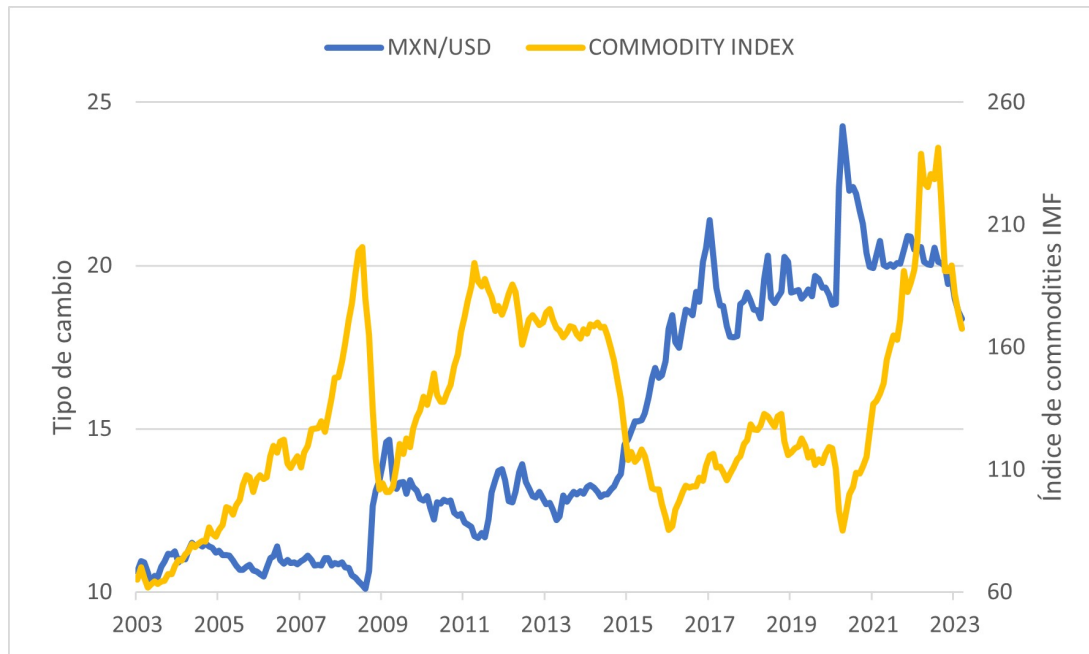
En este contexto, la propuesta de valor de la presente investigación radica, en primer

lugar, en analizar los comportamientos a corto y largo plazo entre el tipo de cambio y los precios de los commodities. En segundo término, se busca examinar cómo estos movimientos se transmiten desde los precios hacia las divisas, especialmente en economías que han experimentado procesos de despetrolización a lo largo del tiempo. Esta investigación llevará a cabo dos análisis, focalizando en comportamientos y movimientos del tipo de cambio en relación con los precios internacionales antes y después de un punto de quiebre determinante.

La detección de este punto de quiebre en la tendencia de cointegración se basará en la aplicación de la prueba de Gregory-Hansen (Gregory y Hansen 1996), la cual permite evaluar la pérdida de cointegración en el contexto de un cambio estructural. En términos más precisos, la hipótesis nula de la prueba sugiere la ausencia de cointegración bajo el quiebre, mientras que la hipótesis alternativa indica la presencia de cointegración con una relación cointegrante alterada.

Cabe destacar que para llevar a cabo este estudio se emplearán tanto el Índice de Commodities proporcionado por el Fondo Monetario Internacional (Gruss y Kebhaj 2021), así como el precio del crudo mexicano. La elección de estas dos fuentes de datos radica en que el Índice de Commodities comprende el conjunto total de exportaciones e importaciones internacionales de commodities, tales como petróleo, carbón o gas natural, ponderados por las variaciones en el precio de los commodities. Esto genera una analogía con la serie del precio del barril de petróleo. La Figura 4, una gráfica entre el Índice de Commodities del FMI y el tipo de cambio en México, brinda una visualización concreta de esta relación en el contexto específico de la investigación.

Figura 4: Tipo de cambio e índice de commodities



Fuente: Elaboración propia con datos de Banxico y FMI.

En resumen, el análisis de la literatura especializada ha delineado diversas perspectivas sobre la relación entre el tipo de cambio y los precios de los commodities, estableciendo bases sólidas para el enfoque y los métodos de investigación propuestos en este estudio. A través de un análisis profundo y riguroso, se busca arrojar luz sobre las dinámicas subyacentes en esta relación y su evolución en un contexto económico en constante cambio.

3 Datos

La estructura de datos empleada en este estudio se compone de un conjunto de 8 variables, con una frecuencia de observación mensual que abarca desde enero de 2003 hasta marzo de 2023. Las fuentes de datos utilizadas para esta investigación incluyen diversas fuentes autorizadas y confiables. El tipo de cambio USD/MXN FIX (MXN) utilizado como referencia, el valor total de las remesas (REM) y la tasa de interés del banco central (IR_M) fueron obtenidos a partir del Sistema de Información Económica proporcionado por el Banco de México . Por su parte, los datos relacionados con el volumen de exportaciones petroleras , es decir, los barriles promedio exportados diariamente (BPD) , y el Índice Global de Actividad Económica ($IGAE$) , fueron extraídos del Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía ($INEGI$).

Las series de datos vinculadas a la tasa de interés estadounidense (IR_U) , al Índice de Producción Industrial (IPI) de los Estados Unidos y al Índice de Volatilidad del Mercado (VIX) fueron obtenidas a través de los Datos Económicos proporcionados por la Reserva Federal de los Estados Unidos. De manera similar, el registro relacionado con el Índice de Commodities ($INDEX$) International Monetary Fund 2023 fue recolectado de los datos públicos disponibles en el Fondo Monetario Internacional (FMI). Adicionalmente, se creó una variable adicional, el diferencial de tasas de interés ($DIFFIR$), calculada mediante la resta de la tasa de interés local y la tasa de interés extranjera ($IR_M - IR_U$).

Para lograr una representación precisa de los datos y eliminar efectos estacionales que podrían influir en el análisis, se aplicó el método X13-ARIMA para la desestacionalización de ciertas series. En concreto, se desestacionalizaron las series de Volumen de Exportaciones (BPD), Remesas Totales (REM), el Índice Global de Actividad Económica ($IGAE$) y el Índice de Producción Industrial (IPI). Este proceso permitió obtener una visión más clara y libre de fluctuaciones estacionales de estas variables, lo que a su vez facilita la identificación de patrones y tendencias subyacentes.

Cuadro 1: Estadísticas descriptivas de las variables

Variable	Mínimo	Mediana	Media	Máximo	Desv. Est.
<i>MXN</i>	10.11	13.20	14.93	24.27	3.83
<i>INDEX</i>	61.89	122.78	132.49	241.41	38.55
<i>BPD</i>	1.57	2.52	2.45	3.43	0.59
<i>REM</i>	1153.02	2074.61	2401.08	5257.45	944.91
<i>IGAE</i>	79.65	99.19	98.83	114.10	10.54
<i>DIFFIR</i>	1.76	4.38	4.60	7.87	1.40
<i>IPI</i>	84.60	98.91	97.75	104.12	4.61
<i>VIX</i>	10.13	17.40	19.41	62.67	8.36

Fuente: Elaboración propia.

4 Modelo

4.1 Estacionariedad

En el inicio de este análisis, es esencial abordar la cuestión de la estacionariedad de las series de datos. Para llevar a cabo esta evaluación, se aplicó las pruebas Augmented Dickey-Fuller (ADF) y Phillips Perron a las series en niveles, así como a las series transformadas mediante el logaritmo natural y la diferenciación del logaritmo.

Cuadro 2: Pruebas de estacionariedad

Variable	Augmented Dickey-Fuller			Phillips-Perron		
	Test	Rezago	p-value	Test	Rezago	p-value
<i>MXN</i>	-2.25	6	0.47	-2.56	4	0.34
<i>logMXN</i>	-2.28	6	0.46	-2.59	4	0.33
$\Delta\log MXN$	-6.30	6	0.01***	-11.60	4	0.01***
<i>INDEX</i>	-2.64	6	0.31	-2.22	4	0.48
<i>logINDEX</i>	-2.74	6	0.26	-2.24	4	0.47
$\Delta\log INDEX$	-5.46	6	0.01***	-10.38	4	0.01***
<i>BPD</i>	-1.54	6	0.77	-3.05	4	0.13
<i>logBPD</i>	-1.98	6	0.59	-2.94	4	0.18
$\Delta\log BPD$	-5.66	6	0.01***	-27.07	4	0.01***
<i>REM</i>	1.33	6	0.99	0.35	4	0.99
<i>logREM</i>	-0.48	6	0.98	-0.93	4	0.95
$\Delta\log REM$	-5.65	6	0.01***	-25.14	4	0.01***
<i>IGAE</i>	-2.71	6	0.28	-3.43	4	0.05
<i>logIGAE</i>	-2.69	6	0.29	-3.38	4	0.06
$\Delta\log IGAE$	-7.68	6	0.01***	-11.70	4	0.01***
<i>DIFFIR</i>	-3.04	6	0.14	-2.91	4	0.19
<i>logDIFFIR</i>	-3.25	6	0.08*	-2.64	4	0.30
<i>IPI</i>	-2.98	6	0.16	-2.61	4	0.32
<i>logIPI</i>	-2.98	6	0.16	-2.65	4	0.30
$\Delta\log IPI$	-5.42	6	0.01***	-12.38	4	0.01***
<i>VIX</i>	-3.17	6	0.09*	-4.54	4	0.01***
<i>logVIX</i>	-2.76	6	0.25	-4.03	4	0.01***
$\Delta\log VIX$	-7.51	6	0.01***	-15.95	4	0.01***

Fuente: Elaboración propia.

Tras la aplicación de estas transformaciones, se puede concluir que en todas las variables, a excepción del Índice de Volatilidad del Mercado (*VIX*), la hipótesis nula (H_0 : No estacionaria) es rechazada. Cabe mencionar que en el caso particular del *VIX*, bajo la

prueba Phillips-Perron, la serie en niveles es ya estacionaria. No obstante, para considerar estacionariedad en las series, requerimos que ambas pruebas (ADF y Phillips Perron) rechacen la hipótesis nula, lo que no sucede en el caso del VIX y el $\log VIX$ en particular.

4.2 Prueba de cointegración de Johansen

El objetivo principal de este trabajo es identificar relaciones entre el tipo de cambio, el precio del petróleo y el volumen de exportaciones petroleras, por lo que, se procedió a explorar la posibilidad de cointegración entre las series. Se aborda este análisis considerando la cointegración que podría existir solo entre el tipo de cambio y el Índice de Commodities, o bien, incluyendo también el volumen de exportaciones petroleras. Para llevar a cabo esta evaluación, se utilizó la prueba de cointegración de Johansen.

Cuadro 3: Prueba de cointegración de Johansen

Cointegración propuesta	Rango	Test	Valores críticos		
			0.10	0.05	0.01
$MXN \sim INDEX$	$r \leq 1$	1.45	6.50	8.18	11.65
	$r = 0$	8.91	12.91	14.90	19.19
$MXN \sim INDEX \sim BPD$	$r \leq 2$	0.36	6.50	8.18	11.65
	$r \leq 1$	6.86	12.91	14.90	19.19
	$r = 0$	22.20	18.90	21.07	25.75
$\log MXN \sim \log INDEX$	$r \leq 1$	2.34	6.50	8.18	11.65
	$r = 0$	7.82	12.91	14.90	19.19
$\log MXN \sim \log INDEX \sim \log BPD$	$r \leq 2$	0.76	6.50	8.18	11.65
	$r \leq 1$	5.08	12.91	14.90	19.19
	$r = 0$	23.09	18.90	21.07	25.75

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de esta prueba indican que, bajo una propuesta bivariada (en niveles o cambios porcentuales), no se observa evidencia de cointegración, ya que no podemos rechazar la hipótesis nula de cero rangos cointegrantes ($r = 0$). Sin embargo, al incluir el volumen de exportaciones petroleras en el análisis, tanto en niveles como en logaritmo natural, podemos rechazar la hipótesis de cero rangos cointegrantes al nivel del 5%. Además, no es posible descartar la hipótesis de $r \leq 1$, lo que sugiere la existencia de un rango cointegrante en el contexto de la propuesta trivariada de cointegración.

Esta conclusión implica la existencia de un equilibrio a largo plazo entre estas tres series. Además, sugiere que esta relación a largo plazo es lineal y mantiene su tendencia a lo largo del tiempo. No obstante, es fundamental explorar si existe algún punto de quiebre en esta relación cointegrante, en el cual la tendencia entre las variables cambie después de pasar por el mencionado punto de quiebre.

4.3 Prueba Gregory-Hansen

En esta etapa, se aplica la prueba Gregory-Hansen para determinar si, en presencia o ausencia de cointegración entre las series, se produce un cambio estructural en la relación cointegrante. La hipótesis nula que se pone a prueba es H_0 : No existe evidencia de cointegración bajo un cambio estructural en la relación cointegrante.

Cuadro 4: Prueba de cointegración bajo un quiebre estructural Gregory-Hansen

Gregory-Hansen R/S	Quiebre			Valores críticos		
	Test	Estadístico t	(Observación)	0.10	0.05	0.01
<i>MXN</i>						
m=1, (<i>INDEX</i>)	ADF	-5.097	0.609 (148)	-4.68	-4.95	-5.47
	Z_τ	-4.699	0.604 (147)			
	Z_α	-42.265	0.604 (147)	-41.85	-47.04	-57.17
m=2, (<i>INDEX, BPD</i>)	ADF	-5.956	0.625 (152)	-5.23	-5.50	-5.97
	Z_τ	-5.954	0.843 (205)			
	Z_α	-64.146	0.629 (153)	-52.85	-58.33	-68.21
<i>logMXN</i>						
m=1, (<i>logINDEX</i>)	ADF	-4.782	0.609 (148)	-4.68	-4.95	-5.47
	Z_τ	-4.521	0.604 (147)			
	Z_α	-39.274	0.604 (147)	-41.85	-47.04	-57.17
m=2, (<i>logINDEX, logBPD</i>)	ADF	-5.810	0.629 (153)	-5.23	-5.50	-5.97
	Z_τ	-5.992	0.633 (154)			
	Z_α	-64.767	0.629 (154)	-52.85	-58.33	-68.21

Fuente: Elaboración propia.

La prueba Gregory-Hansen se divide en tres estadísticos: uno asociado a la prueba Dickey-Fuller (ADF) y dos a la prueba Phillips (Z_τ y Z_α). En el contexto de este modelo, se busca el rechazo de la hipótesis nula al nivel del 5%, requisito que se cumple para dos regresores (Índice de Commodities e Exportaciones Diarias). Esto nos permite afirmar que el tipo de cambio MXN, bajo la presencia de dos regresores, exhibe cointegración bajo un

cambio estructural. Adicionalmente, con dos regresores, los puntos de quiebre se relacionan con las observaciones 153 y 154 (excepto la observación 205 en Z_τ para variables en niveles), lo que sugiere que desde la observación 1 hasta la 153 hay una tendencia de relación cointegrante, mientras que a partir de la observación 154 se presenta otra tendencia. Estos puntos de quiebre se sitúan en los meses de septiembre y octubre del año 2015.

4.4 Modelo VAR

El enfoque para el análisis de series multivariadas adoptado en este estudio es el Vector Autorregresivo (VAR), debido a su capacidad para calcular las funciones de respuesta a los impulsos. A través de esta metodología, se pueden observar las respuestas del tipo de cambio ante perturbaciones en el Índice de Commodities o en el volumen de exportaciones. Sin embargo, en virtud del punto de quiebre identificado previamente, se segmentó la muestra en dos, generando así dos modelos VAR separados. Uno de estos modelos se aplicó a las observaciones anteriores al quiebre estructural, y el otro se aplicó a las observaciones posteriores.

De manera formal, el modelo VAR se define mediante la ecuación:

$$Y_t = \sum \beta_i Y_{t-i} + \gamma X_t + E_t$$

Donde:

$$Y_t = \begin{bmatrix} \Delta \log ER_t \\ \Delta \log INDEX_t \\ \Delta \log BPD_t \end{bmatrix}, X_t = \begin{bmatrix} \Delta \log REM_t \\ \Delta \log IGAE_t \\ \log DIFFIR_t \\ \Delta \log VIX_t \\ \Delta \log IPI_t \end{bmatrix}$$

E_t es el término de error comportado como ruido blanco.

5 Resultados

5.1 Resultados del VAR antes del quiebre estructural

Cuadro 5: Coeficientes asociados al VAR antes del quiebre estructural

	MXN_t	$INDEX_t$	BPD_t
$\Delta \log MXN_{t-1}$	0.342*** (0.068)	-0.596*** (0.151)	0.040 (0.077)
$\Delta \log INDEX_{t-1}$	-0.074* (0.038)	0.231*** (0.085)	-0.016 (0.043)
$\Delta \log BPD_{t-1}$	-0.007 (0.064)	0.110 (0.142)	-0.449*** (0.072)
const	0.001 (0.005)	0.008 (0.012)	-0.010 (0.006)
$\Delta \log REM$	0.241*** (0.034)	-0.167** (0.076)	0.008** (0.039)
$\Delta \log IGAE$	-0.232 (0.249)	0.448 (0.552)	0.253 (0.282)
$\log DIF FIR$	0.000 (0.003)	-0.003 (0.008)	0.003 (0.004)
$\Delta \log IPI$	-0.199 (0.221)	0.494 (0.489)	0.119 (0.250)
$\Delta \log VIX$	0.069*** (0.009)	-0.065*** (0.020)	-0.022** (0.010)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos a partir del análisis del Vector Autorregresivo (VAR) antes del quiebre estructural revelan importantes relaciones entre las variables en estudio. Los coeficientes estimados reflejan que las tres variables son estadísticamente significativas en su primer rezago inmediato, lo que indica que el comportamiento actual de cada variable está influenciado por su valor un mes atrás.

De manera más específica, se observa que el tipo de cambio muestra una tendencia al aumento en relación consigo mismo, indicando una devaluación a lo largo del tiempo. Además, se establece una relación negativa y estadísticamente significativa entre el tipo de cambio y el Índice de Commodities. Un incremento en el Índice de Commodities, que refleja un aumento en el precio del barril de petróleo, se traduce en una apreciación del tipo de cambio mexicano. Asimismo, el cambio porcentual en el Índice de Volatilidad del Mercado (VIX), utilizado como proxy, muestra una significativa influencia en las tres variables.

Un hallazgo relevante es la influencia positiva de las remesas en el tipo de cambio, lo que sugiere que el flujo de capitales desde Estados Unidos hacia México contribuye a la depreciación de la moneda local. Estos resultados indican que, antes del quiebre estructural, el comportamiento del tipo de cambio está intrínsecamente relacionado con las fluctuaciones en los precios de commodities, la volatilidad del mercado financiero y los flujos de remesas.

5.2 Resultados del VAR después del quiebre estructural

Cuadro 6: Coeficientes asociados al VAR después del quiebre estructural

	MXN_t	$INDEX_t$	BPD_t
$\Delta \log MXN_{t-1}$	0.271*** (0.092)	0.046 (0.175)	-0.001 (0.084)
$\Delta \log INDEX_{t-1}$	0.022 (0.054)	0.246** (0.102)	0.008 (0.049)
$\Delta \log BPD_{t-1}$	-0.131 (0.115)	0.266 (0.218)	-0.385*** (0.105)
const	-0.013 (0.018)	0.047 (0.035)	-0.008 (0.017)
$\Delta \log REM$	0.377*** (0.056)	-0.164 (0.106)	-0.018 (0.051)
$\Delta \log IGAE$	0.151 (0.231)	-0.311 (0.437)	-0.106 (0.210)
$\log DIFFIR$	-0.010 (0.011)	-0.024 (0.021)	-0.008 (0.010)
$\Delta \log IPI$	-1.106*** (0.284)	1.274** (0.536)	0.173 (0.258)
$\Delta \log VIX$	0.029** (0.012)	-0.077*** (0.024)	0.011 (0.011)

Fuente: Elaboración propia.

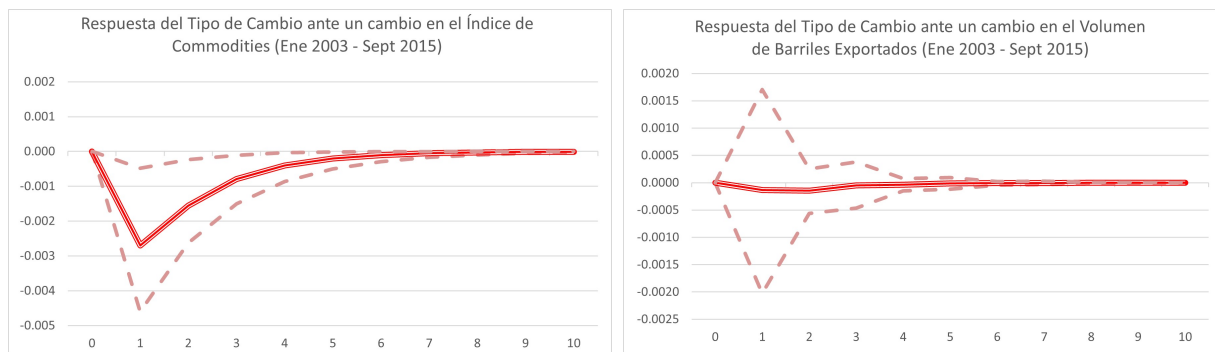
Posterior al quiebre estructural, los resultados del análisis VAR revelan cambios significativos en las relaciones entre las variables. Similar al escenario anterior, las tres variables muestran dependencia respecto a su primer rezago inmediato. Sin embargo, para el tipo de cambio, no solo cambia la naturaleza de la relación sino que, en esta fase, ya no es estadísticamente significativa.

Es especialmente destacable que, después del quiebre, la relación entre el tipo de cambio y las otras dos variables (Índice de Commodities y Volumen de Producción) pierde su fuerza y significancia estadística. Esto indica que el tipo de cambio en México experimentó una despetrolización después del punto de quiebre.

En términos concretos, el tipo de cambio ya no reacciona a los choques en el Índice de Commodities de la misma manera que lo hacía previamente. Además, el volumen de exportaciones ya no genera un impacto estadísticamente significativo en el tipo de cambio. Estos resultados sugieren un cambio sustancial en la dinámica económica de México durante la segunda mitad del 2015.

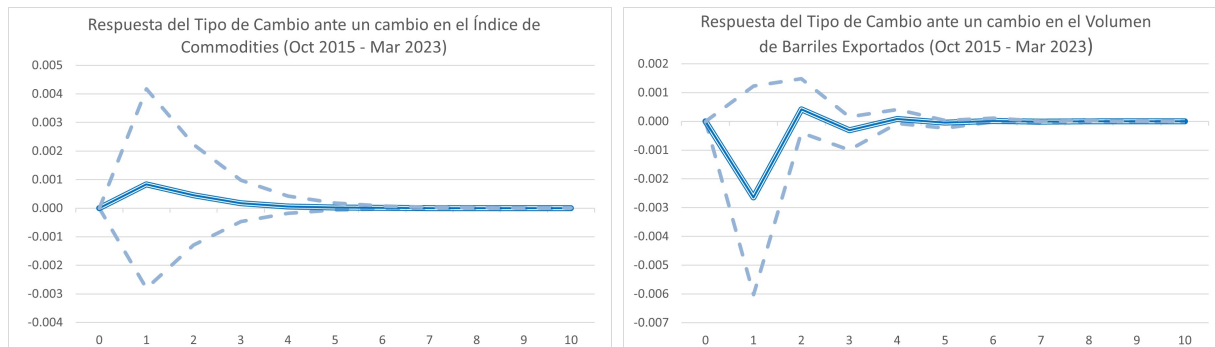
5.3 Funciones Impulso-Respuesta

Figura 5: Impulso-Respuesta antes del quiebre estructural. Intervalos de confianza al 90 %



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Impulso-Respuesta después del quiebre estructural. Intervalos de confianza al 90 %



Fuente: Elaboración propia.

En una correspondencia paralela a los hallazgos previamente descritos en los resultados del análisis VAR, se evidencian patrones consistentes en cuanto al comportamiento del tipo de cambio ante distintos estímulos antes y después del quiebre estructural. Antes del punto de quiebre, el tipo de cambio responde de manera inversa a los choques en el índice de commodities, indicando que un aumento en los precios de commodities resulta en una apreciación del tipo de cambio. En contraste, el volumen de exportaciones no presenta un impacto estadísticamente significativo en el tipo de cambio, dado que sus choques generan respuestas próximas a cero.

Estos resultados son consistentes con una economía mexicana predominantemente petrolizada en la primera mitad de la década. Se infiere que, hasta mediados del 2015, la percepción de los inversionistas y del público en general respecto a la economía mexicana estaba altamente influenciada por el precio del petróleo, ya que solo este factor generaba cambios estadísticamente distintos de cero en el tipo de cambio. Mientras tanto, el volumen de exportaciones no ejercía un efecto significativo en el comportamiento del tipo de cambio.

Sin embargo, en la segunda mitad del 2015, se observa un cambio en esta dinámica. La noción de una economía dependiente del petróleo empieza a desvanecerse, indicada por el hecho de que un choque en el índice de commodities ya no se traduce en un impacto estadísticamente significativo en el tipo de cambio. En esta fase, el tipo de cambio se torna menos influenciado por las fluctuaciones en los precios del petróleo. Además, persiste la falta de una relación significativa entre el volumen de exportaciones y el tipo de cambio.

Estos resultados respaldan la idea de una economía que evoluciona y se diversifica, reduciendo su dependencia del sector petrolero. Los hallazgos reflejan cómo la economía mexicana pasó de estar estrechamente vinculada a los movimientos en el precio del petróleo a una mayor resiliencia ante estas fluctuaciones, lo que coincide con el proceso de despetrolización que caracterizó la segunda mitad de la década.

Este cambio de tendencia es un indicativo de la adaptabilidad y transformación de la economía mexicana en respuesta a las dinámicas globales y a las políticas de diversificación emprendidas. Como resultado, el tipo de cambio en México dejó de ser tan susceptible a los choques en el precio del petróleo y se volvió más resistente a la volatilidad de este commodity, reflejando un proceso de cambio estructural en la relación entre el tipo de cambio y el sector petrolero.

6 Conclusiones

A partir del año 2015, emerge un cambio sustancial en el patrón de comportamiento del tipo de cambio en México, marcando un viraje hacia la independencia del precio del barril de petróleo como factor determinante. Este cambio se atribuye a un punto de quiebre estructural, claramente identificado mediante la aplicación de la prueba de Gregory-Hansen, que señala una transformación en la relación entre estas dos variables a partir de ese mismo año.

En la etapa previa a 2015, una estrecha interdependencia regía entre el tipo de cambio y el precio del petróleo en el contexto mexicano. Esta vinculación se derivaba del predominio que tenía la narrativa de la exportación petrolera en la economía del país. Durante ese período, las conclusiones extraídas del modelo VAR (Vector Auto-Regression) exhiben una conexión estadísticamente significativa entre el tipo de cambio y el índice de commodities, revelando así que las variaciones en el precio del petróleo impactaban directamente en la dinámica del tipo de cambio mexicano.

No obstante, a partir del año 2015, se origina un quiebre estructural que ocasiona una modificación sustancial en la relación previamente establecida entre el tipo de cambio y el precio del petróleo. Los resultados de la prueba de Gregory-Hansen revelan la existencia de un cambio estructural en esta relación, provocando que a partir de ese momento, ambas variables se vuelvan menos determinantes en el marco del modelo analizado.

Este cambio de paradigma puede ser examinado desde diversas perspectivas. Por un lado, la economía mexicana ha avanzado de manera decidida hacia una diversificación progresiva, centrando su enfoque en el sector manufacturero y reduciendo su dependencia del petróleo como fuente clave de ingresos y exportaciones. Esta reorientación ha contribuido a que la economía de México sea menos vulnerable ante las fluctuaciones en el precio del petróleo.

Esta transformación, marcada por el quiebre en la relación entre el tipo de cambio y el precio del petróleo, refleja la capacidad de adaptación y resiliencia de la economía mexicana. El desvanecimiento de la dependencia petrolera en el tipo de cambio señala la concreción de políticas y estrategias económicas que han mitigado los efectos adversos de las oscilaciones en los precios del petróleo y han impulsado una mayor estabilidad en la economía del país. Estos resultados enfatizan la importancia de la diversificación económi-

ca en la promoción de la resiliencia y la sostenibilidad en el contexto global.

Referencias

- Amano, R., y M. Ben. 1998. Relationship between oil, stock prices and exchange rates: Avine copula based GARCH method. *North American Journal of Economics and Finance*.
- Banco de México. 2023a. *Sistema de Información Económica*. Tipo de cambio promedio del periodo. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF86&locale=es>.
- . 2023b. *Sistema de Información Económica*. Ingresos por remesas. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE81&locale=es>.
- . 2023c. *Sistema de Información Económica*. Tasa de interés representativa. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=18&accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA51&locale=es>.
- . 2023d. *Sistema de Información Económica*. Precio de la mezcla mexicana de petróleo. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://www.banxico.org.mx/apps/gc/precios-spot-del-petroleo-gra.html>.
- Bermudez, N., E. Bermudez y E. Saucedo. 2018. The relationship between oil prices, the stock market and the exchange rate: Evidence from Mexico. *North American Journal of Economics and Finance*.
- Chaudhuri, K., y S. Van Norden. 1998. Long-run equilibrium real exchange rates and oil prices. *Economics Letters*.
- Chen, S., y H. Chen. 2007. Oil prices and real exchange rates. *Energy Economics*.
- Federal Reserve Bank of St. Louis. 2023a. *Economic Data*. Federal Funds Effective Rate. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://fred.stlouisfed.org/series/DFF>.
- . 2023b. *Economic Data*. Industrial Production Index. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://fred.stlouisfed.org/series/IPB50001N>.
- . 2023c. *Economic Data*. CBOE Volatility Index. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://fred.stlouisfed.org/series/VIXCLS>.

- Gregory, A., y B. Hansen. 1996. Residual-based test for cointegration in models with regime shifts. *Journal of Econometrics*.
- Gruss, B., y S. Kebhaj. 2021. Commodity Terms of Trade: A New Database. *International Monetary Found.*
- Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática. 2023a. *Banco de Información Económica*. Total de Exportaciones Petroleras. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&t=10000215#D10000215#D737121#D33816>.
- . 2023b. *Banco de Información Económica*. Total de Exportaciones Manufactureras. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&t=10000215#D10000215#D737121#D33816#D133023#D33816#D1273#D133023>.
- . 2023c. *Banco de Información Económica*. Volumen de Producción de Petróleo Crudo. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&t=10000215#D10000215#D737121#D33816#D133023#D33816#D1273>.
- . 2023d. *Banco de Información Económica*. Indicador Global de Actividad Económica. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&t=10000215#D10000215#D737121>.
- International Monetary Fund. 2023. *IMF Data*. Global Commodity Index. Último acceso 31 de Mayo de 2023. <https://data.imf.org/?sk=471dddf8-d8a7-499a-81ba-5b332c01f8b9&sid=1547558078595>.
- Lizardo, R., y A. Mollick. 2010. Oil prices fluctuations and U.S. dollar exchange rate. *Energy Economics*.
- Volkov, N., y K. Yuhn. 2016. Oil price shocks and exchange rate movements. *Global Finance Journal*.