

ENSAYOS *Revista de Economía*

Volumen XL, número 2

noviembre de 2021

Artículos

Medición de la actividad económica en las principales zonas turísticas de playa en México a través imágenes satelitales

Irving Llamosas-Rosas, Erick Rangel González, Maritza Sandoval Bustos

Ciclos económicos y variables monetarias y financieras en México, 1980-2019: un enfoque de cambio estructural

Reyna Vergara González, Pablo Mejía Reyes, Miguel Angel Díaz Carreño

Los precios del petróleo y la actividad económica en México

Antonio Ruiz-Porras, Javier Emmanuel Anguiano-Pita

Interrelación entre la competitividad internacional y el desarrollo humano en la región Asia-Pacífico

América Ivonne Zamora Torres, Mitchell Rigel Ortiz Zamora



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Economía

Centro de Investigaciones Económicas



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León Rector

Dr. med. Santos Guzmán López
Secretario General
Dr. Juan Paura García
Secretario Académico
Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo
Secretario de Extensión y Cultura
Dr. José Javier Villarreal Álvarez Tostado
Director de Editorial Universitaria
Lic. Antonio Jesús Ramos Revillas
Directora de la Facultad de Economía
Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú
Director del Centro de Investigaciones Económicas
Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez

Editor Responsable

Dr. Jorge Omar Moreno Treviño
Editores Asociados
Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez
Dr. Daniel Flores Curiel
Dra. Cinthya Guadalupe Caamal Olvera
Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú

Consejo Editorial

Alejandro Castañeda Sabido (Comisión Federal de Competencia Económica, México)
Dov Chernichovsky (University of the Negev, Israel)
Richard Dale (University of Reading, Inglaterra)
Alfonso Flores Lagunes (Syracuse University, EUA)
Chinhui Juhn (University of Houston, EUA)
Timothy Kehoe (University of Minnesota, EUA)
Félix Muñoz García (Washington State University, EUA)
Salvador Navarro (University of Western Ontario, Canadá)
José Pagán (The New York Academy of Medicine, EUA)
Elisenda Paluzie (Universitat de Barcelona, España)
Leobardo Plata Pérez (Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México)
Martín Puchet (Universidad Nacional Autónoma de México, México)
Patricia Reagan (Ohio State University, EUA)
Mark Rosenzweig (Yale University, EUA)
Ian Sheldon (Ohio State University, EUA)
Carlos Urzúa Macías († 2024) (Tecnológico de Monterrey, México)
Francisco Venegas Martínez (Instituto Politécnico Nacional, México)

Comité Editorial

Ernesto Aguayo Téllez, Lorenzo Blanco González (UANL, México)
Alejandro Ibarra Yúnez (Tecnológico de Monterrey, México)
Vicente Germán-Soto (Universidad Autónoma de Coahuila, México)
Raúl Ponce Rodríguez (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México)
Ignacio de Loyola Perrotini Hernández (Universidad Nacional Autónoma de México)

Edición de redacción, estilo y formato

Paola Beatriz Cárdenas Pech
Bricelda Bedoy Varela

Ensayos Revista de Economía, Vol. 40, No. 2, julio-diciembre 2021. Es una publicación semestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía con la colaboración del Centro de Investigaciones Económicas. Domicilio de la publicación: Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930. Tel. +52 (81) 8329 4150 Ext. 2463 Fax. +52 (81) 8342 2897. Editor Responsable: Jorge Omar Moreno Treviño. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2009-061215024200-102, ISSN 1870-221X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido No. 14910, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1182771. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de noviembre de 2021. Tiraje: 30 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía, Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

Índice

<i>Medición de la actividad económica en las principales zonas turísticas de playa en México a través imágenes satelitales</i>	115
Irving Llamosas-Rosas, Erick Rangel González, Maritza Sandoval Bustos	
<i>Ciclos económicos y variables monetarias y financieras en México, 1980-2019: un enfoque de cambio estructural</i>	137
Reyna Vergara González, Pablo Mejía Reyes, Miguel Angel Díaz Carreño	
<i>Los precios del petróleo y la actividad económica en México</i>	159
Antonio Ruiz-Porras, Javier Emmanuel Anguiano-Pita	
<i>Interrelación entre la competitividad internacional y el desarrollo humano en la región Asia-Pacífico</i>	189
América Ivonne Zamora Torres, Mitchell Rigel Ortiz Zamora	



Medición de la actividad económica en las principales zonas turísticas de playa en México a través imágenes satelitales

Measurement of Economic Activity in the Main Touristic Beach Zones in México Using Satellite Images

Irving Llamosas-Rosas*[§]
Erick Rangel González*
Maritza Sandoval Bustos*

Información del artículo

Recibido:
13 febrero 2020

Aceptado:
15 marzo 2021

Clasificación JEL:
E01; E23; O11; O47

Palabras clave:
PIB; Luminosidad;
Satélites; Zonas
Turísticas

Resumen

Se utiliza la metodología desarrollada por Henderson, Storeygard y Weil (2012), quienes analizan fotografías satelitales para medir el desempeño económico de las principales 15 zonas turísticas de playa en México, para el periodo de 1993 a 2017, tomando en consideración que son subregiones y muchas pueden abarcar más de una entidad federativa. El análisis se basa en la existencia de una correlación directa y positiva entre la actividad económica y la luminosidad observada desde el espacio. Los resultados indican que las áreas de mayor crecimiento se ubican en la región centro-norte del país, específicamente en Baja California Sur. En el periodo de análisis, existió una gran heterogeneidad en el grado de crecimiento económico entre los distintos destinos de playa en México, en donde se destacan dos factores, los destinos de playa orientados al turismo receptivo y los niveles de inseguridad en dichas zonas.

* Banco de México [§] illamosas@gmail.com



Article information	Abstract
Received: 13 February 2020 Accepted: 15 March 2021	We use the methodology developed by Henderson, Storeygard, and Weil (2012), which analyze satellite photographs to measure the economic performance of the main 15 beach tourist areas in Mexico for the 1993-2017 period, considering that these are sub-regions and many of them spread over more than one state's boundaries. The analysis is based on the fact that there is a direct and positive correlation between economic activity and luminosity observed from space. The results indicate that the areas of higher growth rates are in the central-northern region, specifically in Baja California Sur. The analysis period exhibits significant heterogeneity in the degree of economic growth among the different beach destinations in Mexico, where two factors stand out: beach destinations oriented to receptive tourism and levels of insecurity in these areas.
JEL Classification: E01; E23; O11; O47 Keywords: GDP; Luminosity; Satellite; Touristic zones.	

Introducción

En los últimos años, el sector turístico se ha identificado como un impulsor del crecimiento económico. En 2017, este sector llegó a representar el 8.7 por ciento del total de la actividad económica del país.¹ Asimismo, presentó de 2014 a 2017 una tasa media anual de crecimiento de 3.13 por ciento, superior a la del PIB total de la economía de 2.72 por ciento durante el mismo periodo. Según el ranking de la Organización Mundial de Turismo (OMT), México se posicionó entre los 9 países con mayor número de llegadas de turistas extranjeros que pernoctaron del nivel mundial durante 2014, posición que mejoró al ocupar el octavo lugar en el año 2016. Adicionalmente, este sector es una fuente importante de divisas. En efecto, el turismo receptivo generó 21,333 millones de dólares en 2017, lo cual es equivalente al 71.8% de la inversión extranjera directa y al 74.1% del flujo de remesas que ingresaron al país en ese año.

El dinamismo de la actividad turística se ha reflejado en mayor medida en los destinos de playa, los cuales contribuyeron con el 73.0% del crecimiento en la demanda total de servicios de hospedaje durante 2017.² No obstante, su impacto en las economías locales no se limita a este tipo de servicios. En efecto, el crecimiento de la actividad turística genera efectos de derrama hacia otros sectores de la economía tales como el comercio, los servicios de transporte, la construcción, entre otros. A pesar de ello, no existen estimaciones oficiales que permitan analizar el desempeño económico a un nivel menos agregado que el correspondiente a las entidades federativas; en particular, para

¹ En la medición más amplia de la Cuenta Satélite del Turismo, el PIB turístico (PIBT).

² Según datos de la Organización Mundial de Turismo (OMT).

las zonas turísticas de playa más importantes del país, las cuales no necesariamente coinciden con definiciones geográficas de tipo administrativo o político (por ejemplo, municipios, entidades federativas).

El objetivo del presente documento de investigación es estimar el crecimiento económico de las principales zonas turísticas de playa en el país durante el periodo 1993 - 2017 utilizando la metodología desarrollada por Henderson, Storeygard y Weil (2012), la cual parte del hecho de que existe una correlación directa y positiva entre la actividad económica y la luminosidad (observada desde el espacio) en un área geográfica determinada.

Las imágenes satelitales de luminosidad que se utilizan provienen de dos fuentes de información: el Departamento de Defensa de Estados Unidos (DoD, por sus siglas en inglés) para el periodo 1993-2013; y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) para el periodo 2014 - 2017. Las imágenes empleadas fueron capturadas en cada locación del planeta en algún instante entre las 8:30 p.m. y 10:00 p.m. (hora local).

La unidad de observación de los datos es el pixel que corresponde a un área geográfica equivalente a 0.88 kilómetros cuadrados (en el ecuador del planeta) para el caso del DoD, y 0.44 kilómetros cuadrados para los datos de la NASA. Así una de las principales virtudes de la información y la metodología empleada es que permite obtener estimaciones sobre el desempeño económico de cualquier zona del país para la que no existen mediciones oficiales, incluso con independencia de la división político-administrativa, como es el caso de la zona turística de Puerto Vallarta-Riviera Nayarit, la cual se localiza en dos entidades federativas distintas: Jalisco y Nayarit. Otra de las ventajas que tiene la información empleada es que se encuentra disponible de manera más oportuna y con una periodicidad mensual para los datos satelitales más recientes.

Si bien existen algunos trabajos que han analizado los determinantes del crecimiento turístico en México, o que analizan el impacto demográfico y urbano del crecimiento en la actividad turística en algunas zonas del país, no existen trabajos que realicen mediciones del crecimiento económico en las zonas turísticas de playa más importantes del país.

El documento se encuentra organizado de la siguiente forma: en la siguiente sección, se presenta una breve revisión de la literatura. Posteriormente, aparece la descripción de los datos. La metodología está contenida en la sección 4, mientras que los resultados de la investigación se muestran en el apartado 5. Si bien no es objeto del presente trabajo analizar los determinantes del crecimiento económico en las distintas zonas analizadas, en la sección 6 se

presenta una discusión de algunos de los factores que podrían explicar la heterogeneidad en los crecimientos registrados en los destinos de playa. Finalmente, se exponen las conclusiones.

1. Revisión de la Literatura

Rassy y Smith (2013) analizaron el impacto económico derivado del brote de influenza A(H1N1) en los 10 principales destinos de pasajeros en México: Los Cabos, Ciudad de México, Acapulco Zihuatanejo, Guadalajara, Puerto Vallarta, Monterrey, Cancún, Cozumel y Mazatlán. Siendo los destinos de playa ubicados principalmente en Quintana Roo y Baja California sur los más afectados en términos porcentuales con respecto a su PIB.

Por su parte, Cárdenas (2016) estudia el crecimiento urbano y demográfico debido al auge del Turismo en las ciudades de Acapulco, Guerrero; Cancún, Quintana Roo y Puerto Vallarta, Jalisco. Sin embargo, la autora se centra en cifras poblacionales, hectáreas urbanizadas y cuestiones de planeación urbana. Guzmán et al. (2011), emplean un modelo autorregresivo para el periodo 1980-2009, para identificar los factores que influyen sobre la demanda internacional de turismo en México, sus resultados indican que dicha demanda responde inelásticamente a cambios en el costo de vida (medido a través del INPC) en México, y que el crecimiento económico de Estados Unidos y Canadá influye positivamente sobre el turismo receptivo. Asimismo, encuentran un efecto positivo de la promoción que realice el turista que visitó el periodo anterior sobre la variable de análisis. Resultados similares son encontrados por Hernández (2011), cuyas estimaciones indican que el PIB de los Estados Unidos y los valores rezagados de arribo de turistas internacionales influyen positivamente sobre el turismo receptivo.

Otro estudio similar es el de Sánchez y Cruz (2016), quienes emplean un modelo estructural de vectores autorregresivos para el periodo 1995-2015 y, ellos encuentran un efecto positivo y estadísticamente significativo del crecimiento económico de los Estados Unidos y de las variaciones del tipo de cambio peso-dólar americano, sobre la llegada de visitantes internacionales a México.

Montaño et al. (2012), analizan el efecto de las crisis económicas internacionales sobre diversos indicadores del turismo en el nivel nacional para el periodo 1990-2010. Asimismo, estudian la correlación del crecimiento del turismo internacional con el ciclo de vida de los tres destinos turísticos de playa más importantes en México (Los Cabos, Cancún y Puerto Vallarta).

Como puede apreciarse, no existen estudios previos que estimen el crecimiento económico de los principales destinos turísticos de playa en México, ni

empleando la misma metodología aplicada en el presente documento, o alguna otra. Sin embargo, sí hay varios estudios internacionales que aplican la luminosidad capturada por fotografías satelitales para estimar el desempeño económico en diversas zonas o regiones. Por ejemplo, Henderson, Soterygard y Weil (2012), artículo empleado como base en este estudio, utilizan la metodología para estimar el Producto Interno Bruto (PIB) de países que no cuentan con “buena calidad” en sus datos, para comparar el crecimiento económico en las zonas costeras contra el crecimiento en las zonas interiores de África Sub-Sahariana, así como para medir el efecto de la malaria sobre la actividad económica en la citada área africana. En un estudio similar, Chen y Nordhaus (2011) utilizan los datos satelitales del DoD para estimar el Producto Interno Bruto de distintos países del planeta y concluyen que dicha información es útil para realizar estimaciones en países en donde se cuenta con censos económicos e información estadística confiable. La información también ha sido empleada, entre otras cosas, para realizar mapas de la actividad económica regional (Doll et al., 2006) y para analizar la geografía urbana de las ciudades (Harari, 2020).

2. Datos

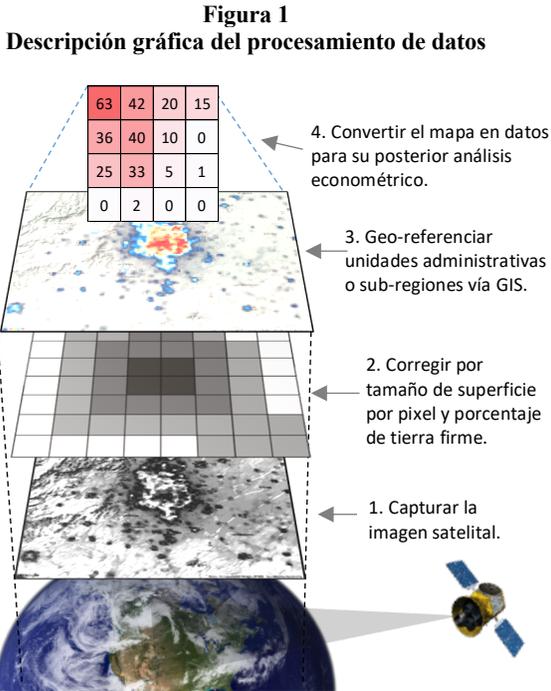
Como se mencionó, la base de datos de luminosidad satelital que se utiliza, proviene de dos fuentes de información: i) el Departamento de Defensa de Estados Unidos (DoD) para el periodo 1993-2013; y ii) la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) para el periodo 2014 - 2017. Las imágenes empleadas fueron capturadas en cada ubicación del planeta, en algún instante entre las 8:30 p.m. y 10:00 p.m. (hora local). Posteriormente, científicos del “National Oceanic and Atmospheric Administration” (NOAA) y del “National Geographic Data Center” procesan los datos, los cuales están disponibles al público en general.³

Los archivos disponibles para los satélites del Departamento de Defensa de Estados Unidos contienen la información del nivel global, con un tamaño de 2.7 gigabytes por cada archivo/año de información. Para los archivos disponibles por la NASA-NOAA, los datos están disponibles por sección del planeta (la correspondiente a México es la región 1, Norteamérica), y cada uno de ellos (un mes de información) tiene un tamaño de 2 gigabytes, debido primordialmente a la mayor precisión de los satélites utilizados (aproximadamente 4 veces más datos por pixel).

³ El procesamiento de datos incluye correcciones por el ciclo lunar, periodos del año en donde oscurece más tarde, incendios forestales, y auroras boreales, entre otros. Lo anterior con la finalidad de dejar únicamente las luces generadas por el ser humano en las imágenes satelitales. Los datos se encuentran disponibles con una periodicidad anual para la primera fuente mencionada, y con una mensual para la segunda.

La unidad de observación de los datos es el pixel que corresponde a un área geográfica equivalente a 0.88 kilómetros cuadrados (en el ecuador del planeta) para el caso de la DoD (30 arco-segundos), y 0.44 kilómetros cuadrados para los datos de la NASA (15 arco-segundos). Dentro de cada pixel, la luminosidad es medida en una escala de 0 (ausencia total de luz) a 63 (grado máximo de luminosidad) en el caso del DoD, mientras que las imágenes generadas por la NASA no tienen un límite preestablecido. Posteriormente, los datos son reportados de acuerdo con un sistema de coordenadas geográficas angulares (latitud y longitud) y emparejados con la cartografía del INEGI, a través del software GIS. La figura 1 resume el procesamiento de los datos.

Los datos satelitales fueron procesados siguiendo la metodología propuesta por Henderson, Storeygard y Weil (2012), para ajustar el cambio en el tamaño del pixel debido a la curvatura del Planeta, así como tomar en consideración los reflejos de las luces en campos de agua y litorales.



Fuente: Elaboración propia con base en Henderson, Storeygard y Weil (2012).

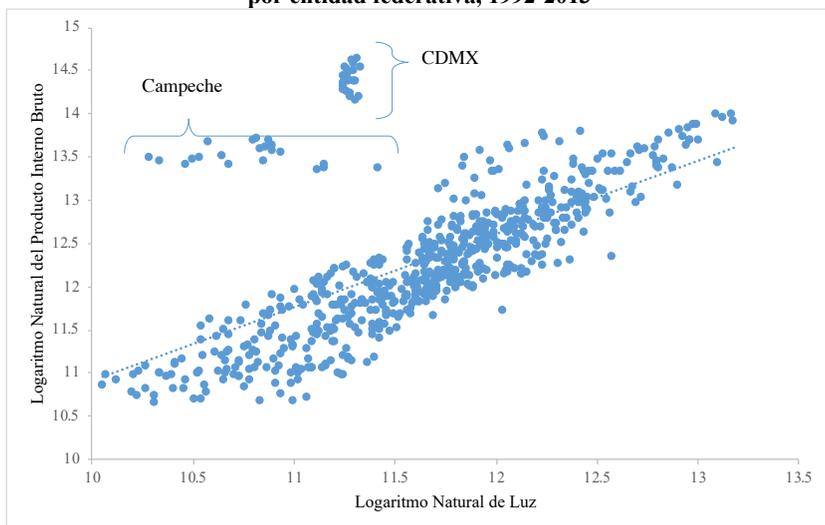
Cabe destacar que el ajuste toma en consideración los ríos y lagos, al eliminar los píxeles que se encuentran enteramente dentro de estos espacios, aunque registren presencia de luz. Asimismo, se hace una corrección a los casos donde

el pixel se encuentre en los bordes del litoral (es decir, que parte del pixel se encuentre en tierra firme y la otra parte en un lago, mar o río) multiplicando la luz registrada en dicho pixel por el área en kilómetros cuadrados de tierra firme, registrado en el Gridded Population of the World versión 3 (GPWv3), el cual registra las áreas de tierra firme en kilómetros cuadrados para cada pixel, a una resolución de 30 arco-segundos.

El ajuste final se realiza incorporando los mapas de las unidades administrativas (entidad, municipio, cualquier sub-región ad-hoc) al ajuste de luz y kilómetros cuadrados de tierra firme, sumando todos los pixeles dentro de una misma unidad. Para recuperar los niveles de intensidad por kilómetro cuadrado, se divide la suma entre el área total de la unidad.

Para poder realizar el análisis con respecto a los niveles de actividad económica, se relacionan los niveles de luminosidad por entidad federativa con la metodología anteriormente expuesta con los niveles del PIB para cada entidad federativa de 1992 al 2013. Dicha relación es log-lineal y se muestra en la figura 2.

Figura 2
Logaritmo natural del PIB a precios constantes (2008) y logaritmo natural de luz por entidad federativa, 1992-2013



Fuente: Estimaciones propias con base en información del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

En la figura 2, resaltan los casos de la Ciudad de México y Campeche, por lo que resulta indispensable incorporar efectos fijos dentro del análisis. Para el caso de Campeche, este resultado se deriva de la influencia de la industria

petrolera en territorio marítimo, el cual impulsa el PIB por encima de la luminosidad captada en tierra firme. Para el caso de la Ciudad de México, la saturación de luz al máximo de 63, que captura el satélite del Departamento de Defensa, evita que se capture la totalidad del PIB que estaría asociada a dicha entidad federativa. Cabe mencionar que los coeficientes de correlación para cada uno de los años estudiados son positivos y estadísticamente significativos (tabla 1).

Tabla 1
Coefficientes de correlación para cada entidad federativa entre el logaritmo natural del PIB a precios constantes (2008) y logaritmo natural de luz, 1992-2013

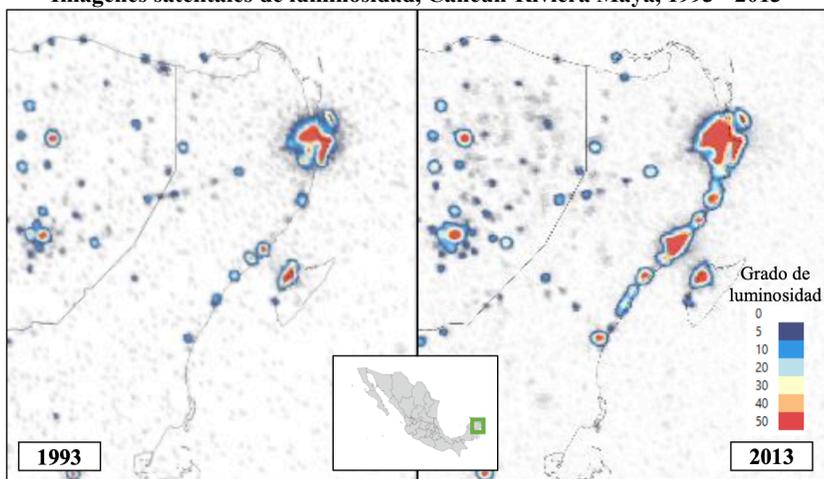
Año	Coeficiente de Correlación de Pearson		Año	Coeficiente de Correlación de Pearson	
1993	0.641	***	2004	0.601	***
1994	0.585	***	2005	0.629	***
1995	0.612	***	2006	0.602	***
1996	0.605	***	2007	0.590	***
1997	0.623	***	2008	0.607	***
1998	0.634	***	2009	0.622	***
1999	0.610	***	2010	0.587	***
2000	0.613	***	2011	0.613	***
2001	0.594	***	2012	0.616	***
2002	0.601	***	2013	0.566	***
2003	0.656	***			

Fuente: Estimaciones propias con base en información del Departamento de Defensa de Estados Unidos. Nota: Significancia al: *** 1%; ** 5%, * 10%.

A manera de ejemplo, la figura 3 presenta las imágenes de luminosidad del área turística conformada por Cancún y la Riviera Maya para los años 1993 y 2013.⁴ El incremento de la intensidad de la luz, asociada a la actividad humana, es evidente entre esos años, desarrollándose en toda la zona costera a lo largo de la Riviera Maya.

⁴ Dado que las imágenes son cuatro veces más precisas en los satélites de la NASA no es posible comparar visualmente el año inicial con las imágenes de 2017.

Figura 3
Imágenes satelitales de luminosidad, Cancún-Riviera Maya, 1993 - 2013

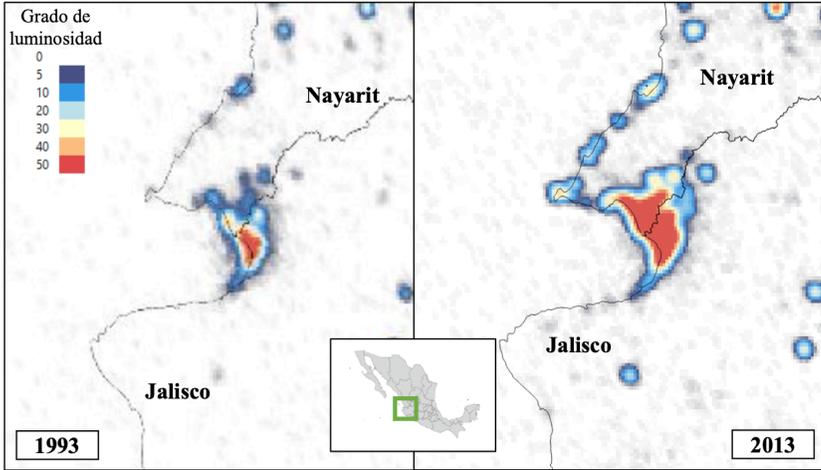


Fuente: Estimaciones propias con base en información del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Así, dado que la información de luminosidad está disponible para cada pixel, es posible obtener estimaciones sobre el desempeño económico de cualquier zona del país, con independencia de la división político-administrativa, como es el caso de la zona turística de Puerto Vallarta-Riviera Nayarit, la cual se localiza en dos entidades federativas: Jalisco y Nayarit (figura 4). Al respecto, se puede destacar el incremento de luminosidad a lo largo de la costa de Nayarit entre 1993 y 2013, lo cual refleja el desarrollo de Nuevo Vallarta y Punta Mita, así como de la zona de influencia de esos destinos turísticos.

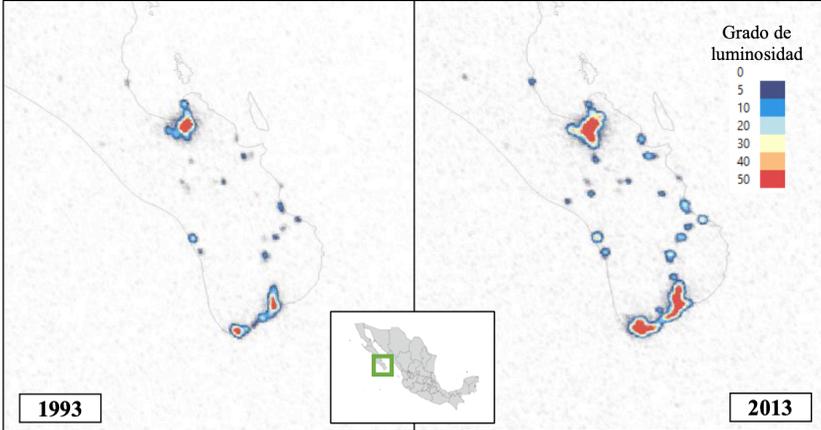
En la figura 5, se puede apreciar el incremento substancial que ha tenido la zona turística de Los Cabos, y en la parte superior del mapa se puede apreciar La Paz, destacando el desarrollo de poblaciones sobre la carretera, así como el grado de luminosidad de ambos desarrollos entre los años 1993 y 2013.

Figura 4
Imágenes satelitales de luminosidad, Vallarta-Riviera Nayarit, 1993 – 2013



Fuente: Estimaciones propias con base en información del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Figura 5
Imágenes satelitales de luminosidad, Los Cabos – La Paz, 1993 – 2013

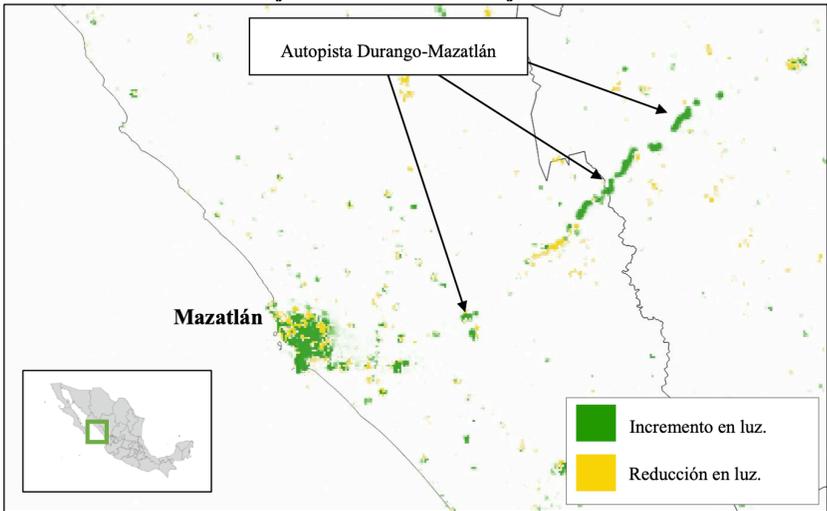


Fuente: Estimaciones propias con base en información del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Aunado a lo anterior, también es posible medir efectos de política pública e infraestructura en la actividad económica por medio de la intensidad luminosa. Por ejemplo, en la segunda mitad de 2013, se inauguró la autopista Durango-Mazatlán, lo que redujo el tiempo de traslado entre ambas ciudades en tres horas, e impulsó la reactivación económica de la región, en particular de la

zona turística de Mazatlán. La figura 6 muestra los cambios en luminosidad promedio entre enero y julio de 2013 (previo a la inauguración) y el mismo periodo, en 2014. Las variaciones positivas en la luminosidad se registran en color verde, mientras que las negativas se representan en color amarillo. En dicha figura se puede observar un aumento significativo en la intensidad luminosa tanto del puerto de Mazatlán como a lo largo del trayecto de la nueva autopista. Así, es posible inferir que una mejora en la infraestructura carretera se reflejó, a su vez, en un aumento en la luminosidad del destino turístico de playa y, por lo tanto, en su actividad económica.

Figura 6
Cambios en la luminosidad promedio de la zona turística de Mazatlán,
enero - julio de 2014 – enero - julio de 2013



Fuente: Estimaciones propias con base en información del Earth Observation Group, NOAA National Geophysical Data Center.

Para las zonas de playa a estudiar, se seleccionaron los principales 15 centros de playa reportados por el Sistema de Monitoreo DataTur. El reporte proviene de la Secretaría de Turismo y se realiza a 70 centros turísticos en el nivel nacional. En la figura 7, se muestra la ubicación de cada una de estas 15 zonas de playa⁵, analizadas en el presente documento.

⁵ Se tomaron las 15 principales “zonas de playa” de Datatur3 de la Secretaría de Turismo que tienen contacto con litorales. Es preciso destacar que en el caso de Chetumal, si bien tiene contacto con litoral, no presenta una playa cercana.

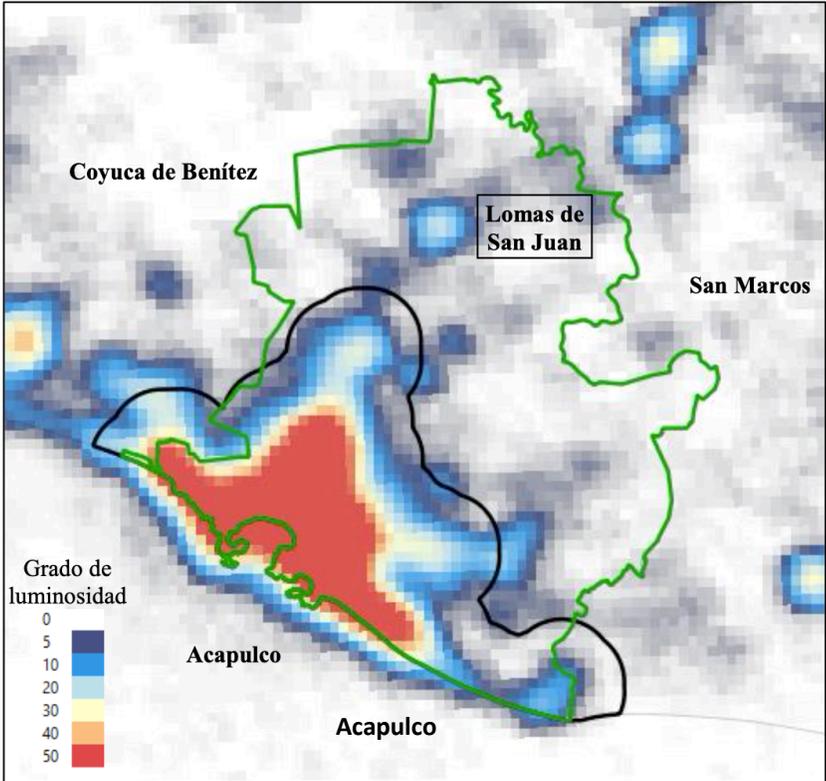
Figura 7
Ubicación de las zonas de playa analizadas



Fuente: Elaboración propia.

Básicamente se toma en consideración la extensión municipal como polígono de estudio, como es en los casos de Cancún - Riviera Maya, el cual se compone de varios municipios. La extensión del municipio no afecta el cálculo, ya que se analiza la suma de intensidades de luz nocturna capturada por satélite, por lo tanto, al tener extensiones sin registro de luz, estas no se suman en el cálculo. Cabe aclarar que, en otros casos, como el municipio de Acapulco, Guerrero, su extensión geográfica abarca no solo su núcleo de luz sino también otras poblaciones que generan luminosidad, como la población de Lomas de San Juan, que no forma parte propiamente del núcleo de Acapulco, aunque sí está dentro del polígono municipal. Sin embargo, la luminosidad del centro turístico abarca también parte de los municipios colindantes de Coyuca de Benítez y San Marcos, por lo que es prioritario ajustar el polígono de análisis para incluir solo lo correspondiente a la zona de playa (ver figura 8).

Figura 8
Reducción del polígono de estudio



Fronteras en Verde: Polígono Municipal. Frontera en Negro: Polígono reducido.

Fuente: Estimaciones propias con base en información del Earth Observation Group, NOAA National Geophysical Data Center y Extensiones Municipales del INEGI.

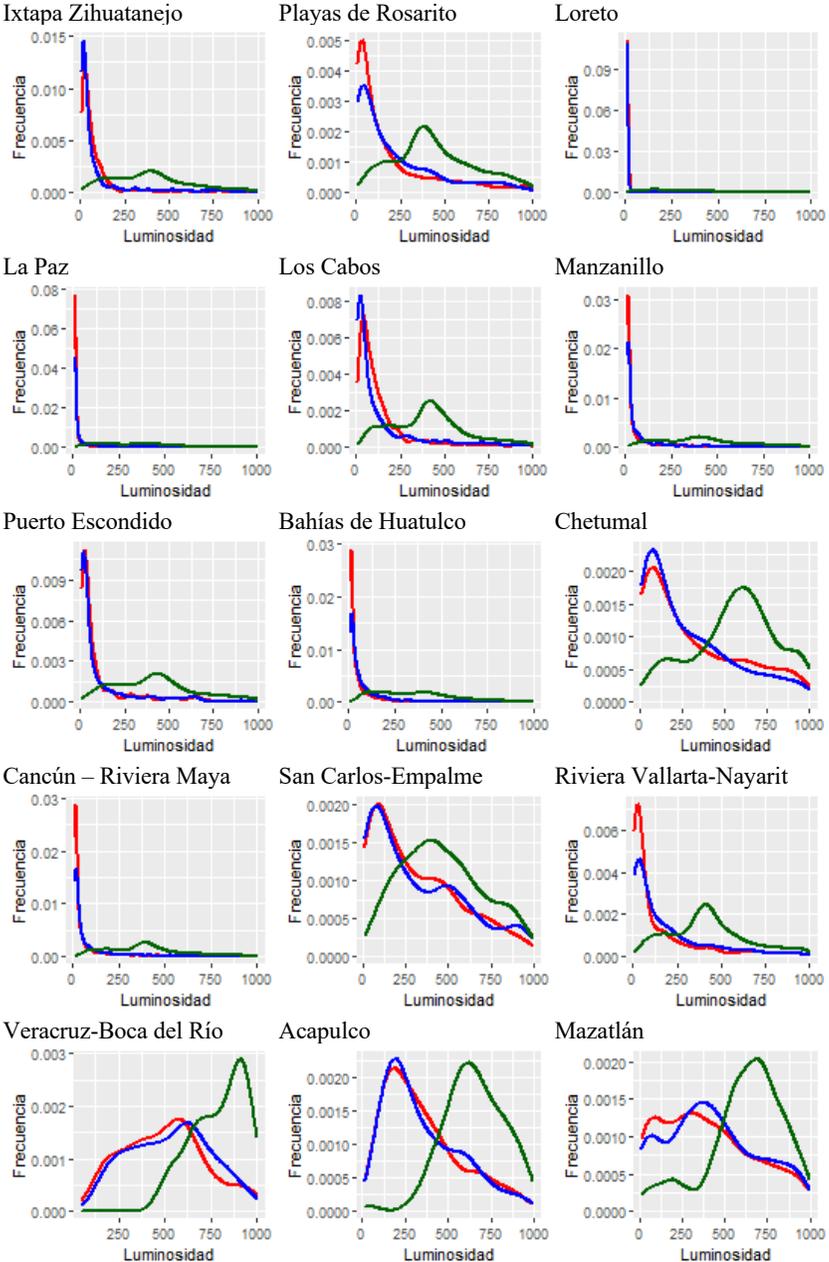
En estos casos, se determinó una metodología para reducir el polígono de estudio al núcleo turístico:

- a) Se filtran los píxeles con una intensidad luminosa menor a 20 en la imagen satelital más reciente.
- b) Del polígono principal de luz, se construye alrededor un área circundante de 5 kilómetros a partir de la última fotografía satelital disponible del DoD. Así, se limita el crecimiento (o decremento) de zonas que no corresponden propiamente al núcleo turístico.⁶

⁶ Para la visualización de los mapas, se utilizó el programa QGIS v3.4; para el análisis de los mapas (georreferenciación, agregación, limpieza) se utilizó el lenguaje R, con los paquetes: (rgdal, raster, sp, gdalUtils).

Figura 9

Distribución de la luminosidad principales destinos de playa, 1993,2003 y 2013



Densidad de Luminosidad x Área del Polígono. Rojo: 1993; Azul: 2003; Verde: 2013.

Fuente: Estimaciones propias con base en información del Earth Observation Group, NOAA National Geophysical Data Center y Extensiones Municipales del INEGI.

Una vez delimitados los polígonos de estudio, se extrae la información pertinente a cada uno de ellos. En la figura 9, se muestran las densidades de luz para cada una de las 15 zonas turísticas de playa una vez multiplicadas por el área de tierra firme para tres años, 1993, 2003 y 2013.

Los histogramas mostrados señalan la distribución por grado de luminosidad/área de cada zona turística, en rojo se muestran los datos satelitales en 1993, en azul los datos de 2003 y en verde los de 2013 en transparencias para poder apreciar los tres histogramas. A partir de este análisis estadístico, podemos inferir el gran crecimiento que ha obtenido Cancún-Riviera Maya, ya que las distribuciones pasan de estar concentradas primordialmente en la parte izquierda de la escala en 1993 y 2003, a distribuirse completamente a la derecha (histograma verde).

3. Metodología

Para la estimación del crecimiento económico de las principales zonas turísticas de playa en México se utilizó la metodología desarrollada por Henderson, Storeygard y Weil (2012), la cual parte del hecho de que existe una correlación directa y positiva entre la actividad económica y la luminosidad en un área geográfica determinada. Dicha correlación se explota para estimar el crecimiento económico regional, a través del incremento en la luz observada desde el espacio a través del tiempo.

Esta relación se basa en la definición del crecimiento de la actividad económica real (no observable) y , el crecimiento medido del PIB a precios constantes medido, por las cuentas nacionales como z , y el crecimiento de las luces capturadas por los satélites como x , donde el subíndice j representa las entidades federativas. Por lo tanto, asumiendo que la medición de la actividad real de la economía se realiza de manera insesgada con un término de error con media cero y varianza σ_z^2 :

$$z_{jt} = y_{jt} + \varepsilon_{z,jt} \quad (1)$$

Y también, la correlación entre la actividad económica real y su impacto en el uso de luces está denotada por la siguiente ecuación:

$$x_{jt} = \beta y_{jt} + \varepsilon_{x,jt} \quad (2)$$

donde β captura la elasticidad de las luces con respecto a la actividad económica real (no observada), en otras palabras, captura el cambio porcentual en el uso de la luz ante un cambio en la actividad económica real.⁷

Debido a que los errores en la medición de la actividad económica real, así como los errores en la relación entre dicha actividad y las luces nocturnas, se consideran eventos independientes, por lo que la covarianza entre ε_x y ε_z es igual a cero. Así, es posible combinar (1) y (2) para tener como resultado:

$$z_{jt} = \psi x_{jt} + e_{jt} \quad (3)$$

donde ψ es el inverso de la elasticidad entre la actividad económica y las luces nocturnas. Para capturar cambios en los satélites y cambios tecnológicos independientemente del lugar donde se realice la actividad económica, se incluyen variables dicotómicas anuales. Así mismo, para incorporar la diferente mezcla de actividades económicas de cada unidad geográfica (las actividades agropecuarias pueden tener un uso bajo en comparación con manufacturas o el sector servicios), se incorporarán efectos fijos por zona geográfica.

$$z_{jt} = \psi x_{jt} + c_j + d_t + e_{jt} \quad (4)$$

En efecto, al controlar por los efectos anuales, los cuales son comunes a todas las unidades geográficas, así como los efectos fijos, los cuales toman en consideración diferentes mezclas productivas, podremos estimar la relación entre la actividad económica medida por z_{jt} y la luminosidad, medida por x_{jt} , la cual es independiente de la región en medición. Por lo tanto, si uno está interesado en calcular el incremento de la actividad económica en cualquier subregión, en donde no se dispone de una medición de la actividad económica, es posible utilizar el coeficiente $\hat{\psi}$:

$$\Delta \hat{z}_{kt} = \hat{\psi} \Delta m_{kt} + d_{t-(t-1)} \quad (5)$$

Donde Δm_{kj} es el incremento de la luminosidad en cualquier subregión arbitraria k , la cual, al multiplicarse por el valor estimado $\hat{\psi}$, nos da el incremento del producto en dicha región.

En el presente trabajo, se utilizará esta ecuación para estimar el crecimiento de las principales zonas turísticas de playa en México, con datos del PIB estatal,

⁷ Se reconoce que la relación entre uso de luz y actividad económica puede mantener doble causalidad; sin embargo, siguiendo a Henderson et al. (2012), y el supuesto de independencia entre actividad económica y el uso de luces nocturnas, es suficiente utilizar la correlación simple para derivar la expresión (3) sobre el crecimiento del PIB.

obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para los periodos 1992-2015.

4. Resultados

La ecuación (4) se estima a través de un modelo lineal con datos en panel, y efectos fijos de sección cruzada y efectos fijos de tiempo⁸ y, para fines de comparabilidad, también se realizaron las estimaciones a través del método de regresión agrupada (*pooled OLS*). Cabe señalar que esta última metodología es más restrictiva y puede generar sesgos; sus estimaciones están reportadas en la primera columna del cuadro 2. Por su parte, los resultados de la estimación de efectos fijos, los cuales incluyen también efectos temporales, están reportados en la segunda columna. Así, es posible inferir que un incremento de 1% en la luminosidad está asociado con un aumento de 0.227% en el PIB de las entidades federativas. Este resultado es similar al obtenido por Henderson, Storeygard y Weil (2012), quienes estiman una elasticidad de 0.277 con datos por país en el nivel mundial.

Cuadro 2
Elasticidad del PIB a la luminosidad, 1993 - 2013

	1	2
ln(Luz/area)	0.859*** (0.0439)	0.227*** (0.0395)
Constante	2.234*** (0.512)	11.874*** (0.0269)
Efectos Fijos Entidad		✓
Efectos Fijos Tiempo	✓	✓
Observaciones	672	672
R ²	0.382	0.873

Nota: Errores Estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fuente: Estimaciones propias con base en información del INEGI y el Departamento de Defensa de Estados Unidos.

A partir de los resultados del cuadro 2, se procedió a calcular el crecimiento económico de las principales zonas turísticas del país de acuerdo con la ecuación 5. Posteriormente, se estimó la tasa media de crecimiento anual del PIB, para cada una de las zonas. En específico, se multiplicó la elasticidad obtenida $\hat{\psi}$ por el crecimiento anual de la luminosidad en los destinos turísticos, y se le agregaron los efectos de tiempo correspondientes, para de ahí estimar la tasa referida durante el periodo 1993 - 2017.⁹

⁸ Debido a la heterogeneidad en la estructura productiva de las unidades geográficas (entidades federativas), se asume que Efectos Fijos, es más apropiado.

⁹ Para el periodo posterior a 2013 se utilizó la elasticidad obtenida para el periodo 1993 - 2013, pero con los datos de luminosidad correspondientes al año de estimación.

Una vez estimada la tasa media de crecimiento anual de cada una de las zonas turísticas, esta se normalizó por el promedio simple de dichas tasas, obteniendo así su crecimiento relativo durante el periodo considerado (última columna del cuadro 3). Un cociente mayor que la unidad indica un crecimiento superior al promedio de las zonas de estudio, lo cual se observa en algunos centros de playa, tales como La Paz, Loreto y Los Cabos, Baja California Sur. En contraste, un coeficiente menor que la unidad sugiere un menor crecimiento respecto del promedio, como el que se presenta en Acapulco, Guerrero; San Carlos-Empalme, Sonora, y Mazatlán, Sinaloa.

Cuadro 3
Crecimiento estimado del PIB en las
principales zonas turísticas de playa, 1993 - 2017

Playa de Estudio	Luminosidad por km ²			Crecimiento Relativo 1993-2017
	1992	2013	2017	
Los Cabos	1.42	5.12	5.84	1.15
Loreto	0.18	0.40	0.99	1.14
La Paz	0.48	1.12	1.92	1.14
Chetumal	0.59	1.16	1.97	1.12
Puerto Escondido	1.93	4.52	5.52	1.11
Cancún-Riviera Maya	2.18	5.63	6.70	1.10
Manzanillo-Costa Alegre	4.89	8.99	11.50	1.07
Vallarta-Riviera Nayarit	5.65	12.29	13.36	1.03
Playas de Rosarito	7.28	15.55	19.13	1.02
Veracruz-Boca del Rio	19.89	34.13	35.21	0.92
Ixtapa Zihuatanejo	2.88	4.14	3.99	0.90
Bahías de Huatulco	11.22	13.58	16.89	0.89
Mazatlán	18.80	29.23	31.64	0.88
San Carlos- Empalme	14.28	22.55	21.54	0.87
Acapulco	21.54	26.91	22.21	0.75

Nota: La selección se realizó con base en la lista de centros de playa que publica la Sectur en el Monitoreo Hotelero de 70 Centros Turísticos. Fuente: Estimaciones propias con base en información del INEGI, el Departamento de Defensa de Estados Unidos y el *Earth Observation Group*, *NOAA National Geophysical Data Center*.

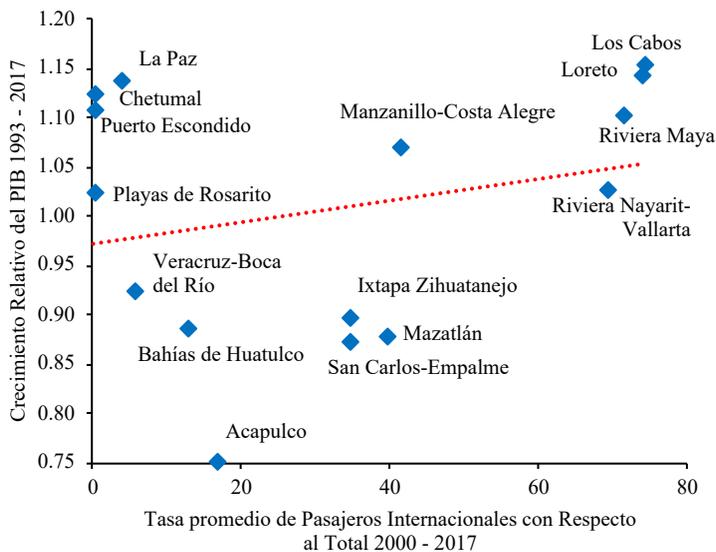
5. Discusión de Los Resultados

Nuestras estimaciones indican que existe una gran heterogeneidad en el grado de crecimiento económico entre los distintos destinos de playa en México y que pueden estar influenciado por múltiples factores, entre los que destacan dos por su importancia: Las zonas turísticas de playa orientadas al turismo receptivo y los niveles de inseguridad en dichas zonas.¹⁰

¹⁰ Es posible que algunos centros turísticos también se vean impulsados por actividades no asociadas a dicha actividad económica, como el comercio internacional.

En efecto, es de hacerse notar que aquellas zonas turísticas de playa que registraron los mayores crecimientos tienden a estar más orientadas al turismo receptivo: la relación entre el crecimiento económico y la proporción de pasajeros internacionales que llegan a cada destino es positiva, como se puede apreciar en la figura 10.

Figura 10
Relación entre el Crecimiento de la Actividad y la Participación de los Pasajeros Internacionales por Zona Turística



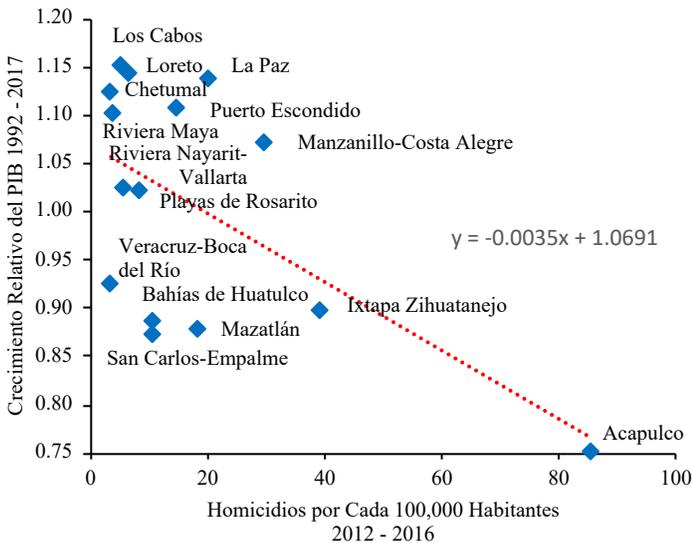
Fuente: Estimaciones propias con datos de Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

La evidencia gráfica indica que, para los casos de los aeropuertos de Chetumal, La Paz y Playas de Rosarito, la llegada de pasajeros internacionales es baja, lo que podría deberse a su cercanía con aeropuertos internacionales de gran envergadura como Playas de Rosarito/Tijuana – San Diego; Chetumal/Cancún y La Paz/Los Cabos. No obstante, aún con estas observaciones, se puede distinguir una relación positiva entre la tasa promedio de pasajeros internacionales con respecto al total y el crecimiento relativo del PIB.

Si bien estudios previos sugieren que el turismo receptivo depende en gran medida de factores externos, como el PIB de Estados Unidos y Canadá (Guzmán et al., 2011) o el tipo de Cambio (Sánchez y Cruz 2016), también depende de otros factores, como lo mencionan los contactos empresariales del sector turismo, entrevistados para el Reporte de Economías Regionales del Banco de México (2018), quienes mencionan que los centros turísticos que han

sido exitosos en atraer al turismo internacional se caracterizan por su mayor conectividad aérea y por implementar estrategias de publicidad y promoción en el extranjero a través de organismos locales de fideicomisos que administran los impuestos al hospedaje. Asimismo, estos destinos han incrementado su infraestructura turística, en particular aquella relacionada con la pesca deportiva, los campos de golf y otras amenidades. Adicionalmente, dentro del programa de entrevistas a contactos empresariales del Banco de México, empresarios y directivos de empresa se ha corroborado que la depreciación del tipo de cambio también ha derivado en una mayor competitividad de las zonas turísticas en México, en relación con otros destinos internacionales.

Figura 11
Relación entre el Crecimiento de la Actividad y los Homicidios por cada 100,000 Habitantes por Zona Turística



Fuente: Estimaciones propias con datos de la Estadística de Defunciones Generales del INEGI.

Estas diferencias en el desempeño económico de las zonas turísticas de playa también pueden estar relacionadas con otros factores; en particular, con los niveles de inseguridad (De la Torre y Navarrete, 2013). Midiendo inseguridad a través de la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes¹¹, el crecimiento en la actividad de las zonas turísticas está asociado de manera negativa con la inseguridad (figura 11). Cabe destacar el caso de Acapulco, el cual está muy

¹¹ La tasa de homicidios intencionales es una medición de inseguridad más certera, debido a su baja incidencia en cifra negra, es decir, el número de delitos que no es denunciado o reportado a las autoridades.

por encima en la medición de inseguridad y es el destino de playa estudiado con menor crecimiento en su actividad económica. Esta información también es corroborada por los directivos empresariales entrevistados por el citado Reporte de Economías Regionales del Banco de México (2018), quienes mencionan que la demanda por sus servicios se ve afectada negativamente por los niveles de violencia e inseguridad en la localidad.

Conclusiones

Los resultados del presente documento de investigación indican que existe una gran heterogeneidad en el crecimiento económico de las principales zonas de playa en México. Las áreas de mayor crecimiento se encuentran localizadas principalmente en la región centro norte del país, específicamente en Baja California Sur, si bien Chetumal y Cancún-Riviera Maya en Quintana Roo y Puerto Escondido en Oaxaca también registraron crecimientos relativamente elevados. En contraste, las zonas turísticas de playa que registraron el menor dinamismo económico son Acapulco e Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero; Bahías de Huatulco, Oaxaca; San Carlos-Empalme, Sonora, y Mazatlán, Sinaloa.

Se observa que las zonas que registraron un mayor dinamismo durante el periodo analizado son aquellas que tienden a estar más orientadas en atraer a viajeros internacionales. En contraste, se detectó una correlación negativa entre el desempeño económico de las zonas turísticas y la inseguridad (medida por la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes). Así, resulta fundamental seguir implementado acciones que impulsen la atracción del turismo internacional a través de una mejor conectividad aérea y terrestre, el desarrollo de infraestructura turística, la promoción de los destinos turísticos y una mejora en las condiciones de seguridad. Esto redundaría en un mayor crecimiento de algunas zonas turísticas, ubicadas principalmente en el sur, que no han mostrado el mismo dinamismo que otras.

Finalmente, cabe destacar que la utilización de imágenes satelitales abre nuevas posibilidades para el análisis regional, ya que permite medir la evolución de la actividad económica en un nivel menos agregado, y en algunos casos con mayor oportunidad, que la información oficial disponible, lo cual facilita, en particular, el estudio del impacto de fenómenos coyunturales y de políticas públicas sobre el desempeño económico regional.

Referencias

- [1] Banco de México. (2018, junio). *Reporte sobre las economías regionales, enero-marzo 2018*. URL: Acceso en línea <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/reportes-sobre-las-economias-regionales/reportes-economias-regionales.html>.

- [2] Cárdenas, E. P. (2016). "Crecimiento y Planeación Urbana en Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta (México)". *Revista Investigaciones Turísticas*, 12, pp. 99-120. DOI: <https://doi.org/10.14198/inturi2016.12.05>.
- [3] Chen, X. & Nordhaus, W. D. (2011, mayo). "Using luminosity data as a proxy for economic statistics". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (21), pp. 8589-8594. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1017031108>.
- [4] De la Torre M. & Navarrete D. (2013, mayo). "Turismo Violencia y Vulnerabilidad". *Kairos, Revista de Temas Sociales*, 31, pp. 1-13. URL: <http://www.revistakairos.org/turismo-violencia-y-vulnerabilidad/>
- [5] Doll, C., Muller, J. P. & Morley, J. G. (2006). "Mapping Regional Economic Activity from Night-Time Light Satellite Imagery". *Ecological Economics*, 57 (1), pp. 75-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.007>.
- [6] Guzmán, E., Rebollar, S., Hernández, J., De la Garza, M. T. & García, J. A. (2011). "Factores Determinantes de la Demanda Internacional del Turismo en México". *GCG: Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 5 (3), pp. 30-49. URL: <http://libros-revistas-derecho.vlex.es/vid/factores-determinants-da-procura-do-421210038>.
- [7] Harari, M. (2020). "Cities in bad shape: urban geometry in India". *American Economic Review*, 110(8): 2377-2421.
- [8] Henderson, J. V., Storeygard, A. & Weil, D. N. (2012). "Measuring Economic Growth from Outer Space". *American Economic Review*, 102 (2), pp. 994-1028. DOI: <https://doi.org/10.1257/aer.102.2.994>
- [9] Montaña, A., Pérez, J. C., & Burrola, V. de la O. (2012). "Crisis Económica Internacional y Turismo en México: Impacto y Alternativas para los Destinos Turísticos de Playa". *Manuscrito*. URL: <http://xivrem.ujaen.es/wp-content/uploads/2012/05/67-R-044M204.pdf>
- [10] Rassy, D. & Smith, R. D. (2013). "The Economic Impact of H1N1 on México's Tourist and Pork Sectors". *Health Economics*, 22, pp. 824-834. DOI: <https://doi.org/10.1002/hec.2862>
- [11] Sánchez, F. & Cruz, J. N. (2016). "Determinantes Económicos de los Flujos de Viajeros a México". *Revista de Análisis Económico*, 33 (2), pp. 3-36. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-88702016000200001>
- [12] Sutton, P., Elvidge, C. & Tilottama, G. (2007). "Estimation of Gross Domestic Product at Sub-National Scales Using Nighttime Satellite Imagery". *International Journal of Ecological Economics & Statistics*, 8 (S07). URL: <http://www.ceser.in/ceserp/index.php/ijeecs/article/view/1847>



Ciclos económicos y variables monetarias y financieras en México, 1980-2019: un enfoque de cambio estructural

Business Cycles and Monetary and Financial Variables in Mexico, 1980-2019: A Structural Change Approach

Reyna Vergara González*[§]
Pablo Mejía Reyes*
Miguel Ángel Díaz Carreño*

Información del artículo

Recibido:
5 junio 2020

Aceptado:
25 enero 2021

Clasificación JEL:
C20; E32; E52

Palabras clave:
Fluctuaciones cíclicas;
Cambios estructurales;
Política monetaria

Resumen

El objetivo de este documento es analizar la relación entre el ciclo económico y diversas variables monetarias y financieras con el fin de determinar si han sido estables en el tiempo, teniendo en cuenta los efectos de las modificaciones en las condiciones económicas generales, la estrategia específica adoptada de política monetaria en diferentes subperiodos y las condiciones institucionales en que esta se maneja. Para probar la estabilidad de estas relaciones, una vez que se obtienen los indicadores del ciclo mediante los filtros convencionales, se emplea la metodología de cambio estructural de Bai y Perron (1998). Los resultados destacan dos cambios estructurales en la relación entre el indicador del ciclo y las variables de inflación, tasa de interés, tipo de cambio nominal y agregados monetarios nominales, uno a mediados de los años ochenta y el otro a mediados de los noventa.

* Universidad Autónoma del Estado de México; [§] rvergagar@uaemex.mx

ISSN Electrónico: 2448-8402 | ISSN Impreso: 1870-221X | ©2021 Los autores



Article information	Abstract
Received: 5 June 2020 Accepted: 25 January 2021	This paper aims to analyze the relationship between the business cycle and various monetary and financial variables. In particular, the paper seeks to determine whether this relationship has been stable over time, considering the effects of the changes in the general economic conditions, the specific monetary policy strategy adopted in different subperiods, and the institutional framework in which this is managed. To test the stability of these relationships, once the cycle indicators are obtained using conventional filters, the structural change methodology of Bai and Perron (1998) is used. The results highlight two structural changes in the relationship between the cycle indicator and inflation, interest rate, nominal exchange rate, and nominal monetary aggregates, one in the mid-eighties and the other in the middle of the nineties.
JEL Classification: C20; E32; E52	
Keywords: Business cycles; Structural changes; Monetary policy	

Introducción

Durante las últimas cuatro décadas, la política monetaria en México ha tenido como objetivo prioritario el control de la inflación, aunque al mismo tiempo, también ha afectado el desempeño productivo de la economía. En particular, a finales de los años setenta y principios de los ochenta del siglo XX, contribuyó al impulso de la actividad productiva y, con ello, a la agudización de los desequilibrios que exacerbaban la inflación y el déficit de cuenta corriente, lo que provocó la crisis de deuda pública de 1982 (Ros, 1987). Desde entonces, la política monetaria se ha enfocado en estabilizar la inflación, primero mediante una serie de programas de estabilización ortodoxos, que -ante su fracaso- fueron reemplazados a finales de 1987 por un programa heterodoxo en el que se usó el tipo de cambio como ancla nominal (Dornbusch y Simonsen, 1987; Jarque y Téllez, 1994). Posteriormente, se retornó a esquemas ortodoxos instrumentados en el marco de la autonomía del Banco de México, otorgada en 1994, para mantener la inflación en niveles bajos, primero a tasas declinantes y después en torno al objetivo de largo plazo de $3\pm 1\%$ anual (Banco de México, 2002).

En general, se puede decir que la labor del Banco de México ha sido exitosa en términos de estabilización de la inflación. Sin embargo, algunos estudios sugieren que la política monetaria ha sido muy restrictiva, lo que ha generado efectos negativos sobre los niveles de inversión (Perrotini, 2004) y la competitividad como consecuencia de la sobrevaluación cambiaria (Villarreal y Hernández, 2016; Galindo y Ros, 2006). Más aún, Aparicio y Peraza (2003) sugieren que los efectos negativos de la política monetaria sobre la producción son mayores, cuando el nivel de la inflación se aproxima al 5.0%.

Por otro lado, una rama de la literatura se ha centrado en el análisis de la relación entre variables del sector monetario-financiero y el ciclo económico en países en desarrollo (Agénor *et al.*, 2000; Alper, 2002; Torres, 2002), y en particular, en México (Mejía, 2003; Cuadra, 2008; Almendra-Aro *et al.*, 2008 y Germán, 2015). Estos estudios han utilizado la visión del ciclo de Lucas (1977) y la metodología de Kydland y Prescott (1990), basada en la eliminación de tendencia y la correlación de los componentes cíclicos (estacionarios) resultantes de la producción (para medir el ciclo)¹, y de las demás variables. En general, la mayoría de estos estudios muestra que los agregados monetarios son variables procíclicas, mientras que la tasa de inflación, las tasas de interés, los precios y el tipo de cambio son contracíclicas.

Sin embargo, se puede afirmar que una limitante de estos estudios es que sus periodos de análisis llegan, en el mejor de los casos, hasta los primeros años de la primera década del siglo XXI. Más importante aún, para este documento, es que con la excepción de Germán (2015), los demás autores no consideran los efectos de las modificaciones en las condiciones económicas generales, la estrategia específica adoptada de política monetaria en diferentes subperiodos y las condiciones institucionales en que, esta, se maneja (la autonomía del Banco de México, en particular) sobre la relación entre las variables monetarias y financieras y el ciclo económico. En ese sentido, el objetivo de este documento es analizar la relación entre el ciclo económico y diversas variables monetarias y financieras con el fin de determinar si dicha relación ha sido estable en el tiempo. Con ello, en particular, se podrán determinar las relaciones vigentes en el periodo reciente de la economía nacional, lo que podría tener implicaciones importantes en el diseño de la política monetaria y en los análisis ulteriores que sobre esta se hagan.

Efectivamente, nuestros resultados sugieren que las relaciones analizadas no son estables, y que se presentan cambios estructurales a mediados de los años ochenta y de los noventa, además de otras fechas, en varios casos. Más aún, destacan cambios de magnitud, pero no de dirección en varias relaciones. Por ejemplo, como han reportado otros estudios, que no abordan cambios estructurales, los agregados monetarios de mayor potencia (base monetaria y M1) son procíclicos, en tanto que variables como la tasa de interés nominal, la inflación y el nivel de precios son contracíclicos; la tasa de interés real se mueve en dirección contraria. Los tipos de cambio nominal y real, a su vez, son contracíclicos. Los resultados de las variables de financiamiento, como el índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores y el crédito

¹ Para eliminar la tendencia, se han utilizado los filtros propuestos por Hodrick y Prescott (1997), HP; Baxter y King (1999), BK, Ravn y Uhlig (2002), HPC y Christiano y Fitzgerald (2003), CF. Por su parte, para obtener el indicador el ciclo se ha usado el PIB trimestral y la producción industrial y manufacturera mensuales.

comercial real, parecen ser contraintuitivos al mostrar un patrón contracíclico. La discusión de estos hallazgos se detalla más adelante.

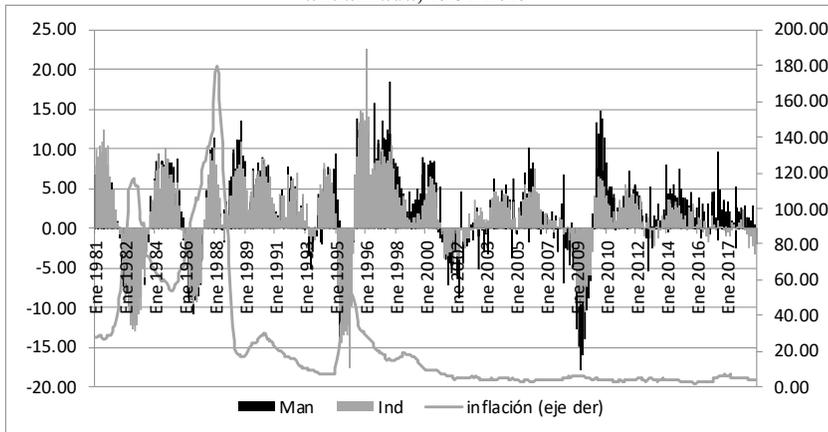
Este documento consta de cuatro apartados adicionales. En el primer apartado, se describe brevemente la estrategia de política monetaria seguida por las autoridades monetarias durante los últimos cuarenta años y su relación con la actividad productiva. En el segundo, se presenta la metodología para evaluar la existencia de cambios estructurales en las relaciones entre las variables monetarias y financieras y el ciclo económico, mientras que en el tercero, se exponen y discuten los principales resultados. Finalmente, se establecen las conclusiones.

1. Política monetaria y actividad productiva en México

En la persecución del objetivo de alcanzar una inflación baja y estable, la política monetaria ha tenido efectos colaterales sobre la actividad productiva que pudieron haber variado debido a diferentes factores, tales como los niveles de inflación –que se ubicaron en altos niveles en los años ochenta y que fueron disminuyendo hasta niveles bajos, en especial después de la crisis de 1995, periodo que coincide con la autonomía del Banco de México– o la estrategia monetaria específica adoptada a lo largo del tiempo.

En particular, la alta volatilidad de la inflación y el bajo crecimiento económico de la década de los ochenta y la primera mitad de los noventa del siglo XX hacen complejo el análisis de los posibles efectos de la política monetaria estabilizadora, de esos años, sobre la actividad productiva del país. En la gráfica uno (1), se observa la marcada inestabilidad de la inflación, así como los diversos niveles de crecimiento (decrecimiento) de la producción industrial y manufacturera. Más aún, desde la segunda mitad de la década de los años noventa, resulta difícil establecer algún tipo de relación entre la menor inflación y el crecimiento productivo, debido a que este ha resultado muy reducido y, en ocasiones, ha presentado serias contracciones. No obstante, se puede observar que la inflación aumenta significativamente en torno a los periodos de decrecimiento del producto, lo que sugeriría una relación inversa.

Gráfica 1
Crecimiento anualizado de la producción industrial y manufacturera e inflación
anualizada, 1981-2019



Fuente: INEGI (2019)

Más específicamente, durante las últimas cuatro décadas, la política monetaria ha utilizado diversos instrumentos (encaje legal, tasas de interés y operaciones de mercado abierto) para mantener el volumen de crédito y la liquidez de la economía, a un nivel congruente con las metas de estabilidad macroeconómica.

El objetivo inicial del encaje legal, que fue asegurar los depósitos de los ahorradores, se amplió en la década de los años cuarenta para regular el volumen de crédito, financiar al gobierno y a los sectores considerados como prioritarios, con el fin de favorecer la actividad productiva y el crecimiento económico.² El aumento del crédito siguiendo este esquema, junto con los ingresos petroleros, favoreció la expansión de la actividad económica en la década de los años setenta y generó, años más tarde, una elevada inflación y un déficit creciente de la cuenta corriente de la balanza de pagos (Ros, 1987), y del gasto público financiado con ingresos petroleros y deuda.

Para hacer frente a la elevada inflación a inicios de los años ochenta, el encaje legal se complementó con el incremento de las tasas de interés pasivas y la indización de precios y salarios. El resultado de esta estrategia fue el descenso de la cantidad de dinero y del nivel de inflación, con un efecto negativo sobre el nivel de producción industrial y manufacturera (ver gráficas 1 y 2).

² Con el encaje legal también se buscaba evitar que el crédito en dólares creciera y se dolarizara la economía (Calderón *et al.*, 1981:7). Durante los años setenta la especulación financiera internacional permitió la captación de moneda extranjera no sujeta a encaje legal, lo que redujo los depósitos obligatorios de la banca comercial en el banco central, y generó crecientes déficits públicos y presiones al alza de la tasa de interés.

A mediados de los ochenta, con el fin de regular la liquidez del sistema, se cambiaron las condiciones para las inversiones en valores gubernamentales y los depósitos en efectivo, y se establecieron límites máximos al financiamiento del crédito. Sin embargo, el financiamiento al sector público³ con aumentos del encaje legal, restringió aún más la disponibilidad de recursos para el sector privado, lo que dio lugar a la expansión de mercados informales de crédito, que afectaron la liquidez bancaria y la efectividad de los instrumentos monetarios (Schwartz, 1998). Esto resultó en una caída del nivel de producción de la manufactura y de la industria en 1986 y, en un nivel de inflación de más de tres dígitos durante 1987, a pesar de las tasas de crecimiento negativas de la cantidad de dinero (ver gráfica 2).

Para frenar el crecimiento de los precios, se establecieron medidas adicionales, como: límites al financiamiento del gasto público, controles a los precios de la canasta básica y de los salarios, y se pronunció la depreciación diaria del tipo de cambio nominal para orientar la fijación de precios por el sector privado, lo que convirtió al control de la inflación en el único objetivo de la política monetaria.

La disminución de la inflación a partir de 1988, la venta de empresas propiedad del Estado, la reestructuración de la deuda pública externa en 1989, las altas tasas de interés internas, así como la apertura comercial, hicieron de México un lugar atractivo para la inversión. La entrada de capitales se trató de contrarrestar con disminuciones del crédito. Sin embargo, la magnitud de los flujos de capital a principios de los años noventa generaron una sobrevaluación del peso que, junto con la expansión de la economía, llevó a un déficit en cuenta corriente insostenible. Los ataques especulativos contra el peso provocaron el colapso del régimen cambiario (Calvo y Mendoza, 1996) y su abandono como ancla para la fijación de precios en diciembre de 1994. La devaluación de tipo de cambio se tradujo en 1995 en un aumento de la inflación de más de 50%, y en la recesión más profunda que la economía había experimentado hasta entonces (ver gráfica 2), acentuada por la caída del consumo y la inversión, debido al aumento de las tasas de interés.

La adopción de un régimen de tipo de cambio flexible a partir de diciembre de 1994 y la autonomía concedida al banco central un año antes, implicó cambios importantes en la instrumentación de la política monetaria: se reafirmó su objetivo único de estabilidad de precios, dejando de lado la actividad productiva y el desarrollo social (Unda-Gutiérrez, 2003) y se definió una estrategia centrada en dos aspectos: el manejo del crédito interno congruente

³ Entre 1982 y 1987 el déficit del sector público llegó a representar, en promedio, cerca del 13% del PIB (Peñaloza, 1992).

con la meta de inflación propuesta⁴ y la toma de acciones discrecionales, con un objetivo para los saldos de las cuentas de la banca. Mediante estas acciones, la autoridad monetaria pudo variar las condiciones de suministro de dicho crédito con el fin de influir en los movimientos de la tasa de interés⁵ y alinear las expectativas al objetivo de inflación.⁶

Entre 1995 y 2000, se modificaron las condiciones de suministro del crédito, se establecieron objetivos multianuales para la inflación y se definió una nueva política de información⁷, con el objetivo de evitar percepciones erróneas sobre la conducción monetaria (Martínez *et al.* 2001). El resultado, de esta política restrictiva, fue un descenso paulatino en el nivel de inflación de 34.8% en 1995 a 9.5% en 2000, mientras que la producción manufacturera e industrial que alcanzó valores de -4.1 y -10.8, respectivamente, en 1995, registró valores de 5.5% y 3.5%, respectivamente, en el año 2000, en un contexto de expansión de la economía estadounidense y el incremento de los precios del petróleo.

A partir de 2001, como parte de la estrategia monetaria basada en objetivos de inflación y el escaso poder predictivo del dinero para la inflación (Garcés, 2002), el Banco de México utiliza variables de información⁸ y, desde 2008, determina de manera directa la tasa de interés interbancaria a un día (Banco de México, 2007).

En general, con la mejora en el manejo de los instrumentos monetarios y en la política de comunicación del banco central se ha logrado, primero, disminuir la inflación a niveles de un dígito, a partir del mes de abril del año 2000 (9.9%) y, posteriormente, mantenerla en un nivel bajo y estable. En promedio, entre 2000 y 2019, el incremento de los precios fue de 4.6%, mientras que el aumento promedio de la actividad económica en este mismo periodo fue

⁴ La adopción de una variable cuantitativa para el control de la inflación se justificó a partir de la relación entre la inflación y los agregados monetarios, y tuvo la intención de generar confianza para mantener las expectativas de inflación cerca del objetivo previsto, ante un entorno adverso, derivado de la crisis.

⁵ Un objetivo de saldos acumulados negativo o “corto” significaba que una parte de los recursos, demandados por los bancos, se proporcionaba a una tasa superior (dos veces la tasa de Cetes) a la del mercado, lo que significaba un incremento de la tasa de interés (Martínez *et al.*, 2001).

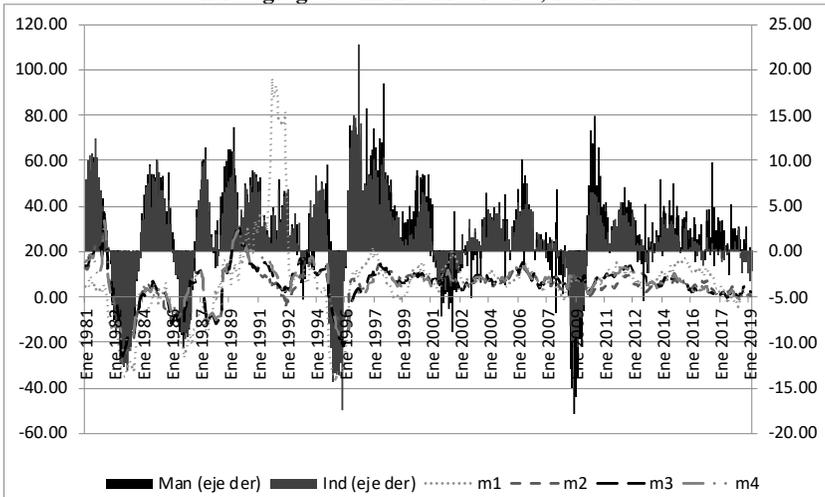
⁶ En situaciones de liquidez excesiva o de presiones sobre el tipo de cambio, se recurría a los depósitos de regulación monetaria y a la compra-venta de valores gubernamentales, como sucedió en 1997 y en 1998.

⁷ Entre las medidas se encuentran: la publicación de informes trimestrales sobre el crecimiento de los agregados monetarios (1996), metas diarias de oferta de dinero primario (1997), reportes trimestrales de inflación (2000), informes anuales de política monetaria, programas de política monetaria al inicio del periodo.

⁸ Expectativas de inflación, negociaciones salariales, crecimiento del crédito, como indicadores de las presiones inflacionarias y para determinar las acciones necesarias para alcanzar el objetivo de inflación propuesto (3+/-1%) (Banco de México, 2001).

modesto, de apenas 1.6% y 0.9% para la manufactura y la industria, respectivamente. En este sentido, se puede argumentar que en las últimas dos décadas, se ha logrado mantener una inflación baja y estable pero a costa de un menor crecimiento económico (ver gráfica 1).

Gráfica 2
Crecimiento anualizado de la producción industrial, manufacturera e IGAE
contra agregados monetarios reales, 1981-2019



Fuente: INEGI (2019) y Banco de México (2019).

2. Metodología econométrica

En este trabajo, se emplea una metodología que consta de dos etapas. En la primera, se emplean los filtros de Hodrick y Prescott (1997) y Christiano y Fitzgerald (2003), para extraer el componente cíclico (estacionario) de las series en estudio; mientras que en la segunda, se aplica el enfoque de Bai y Perron (1998, 2003), para identificar cambios estructurales en modelos de regresión bivariada.

La obtención de los indicadores cíclicos de las variables en estudio, en la primera etapa, se basa en uno de los enfoques del ciclo más utilizado en la literatura empírica: el enfoque de los ciclos de crecimiento. Al respecto, Lucas (1977) define el ciclo económico como “los movimientos en torno a la tendencia del producto nacional bruto” y, sostiene, además, que el aspecto más relevante de su análisis se relaciona con “los movimientos comunes de las desviaciones, con respecto a una tendencia, de las distintas series temporales agregadas”.

Con base en la metodología empírica de Kydland y Prescott (1990), se emplea el filtro de Hodrick y Prescott (1997), HP, para descomponer las series en una tendencia y un componente estacionario (indicador del ciclo). Para ello, se parte de que una serie de tiempo desestacionalizada z_t , está conformada por tres componentes estocásticos: un componente tendencial (τ), el ciclo estacionario (c_t) y el componente irregular (ε_t), también estacionario, para $t = 1, 2, \dots, T$. En esencia, HP es un filtro lineal de dos lados que permite estimar la serie suavizada τ_t de z_t minimizando la varianza de la última en torno a la primera, y penalizando la aceleración de la tasa de crecimiento de la tendencia.⁹ No obstante, su amplio uso, el filtro HP presenta dos limitaciones importantes. Por un lado, genera un componente cíclico altamente volátil, debido a la inclusión del componente de “ruido” y, por otro, no está bien definido al principio ni al final de la muestra.

Para acotar el riesgo de una inferencia inadecuada, también se emplea el filtro de Christiano y Fitzgerald (2003), denotado como CF. Este es un filtro de “paso de banda”, que distingue tres componentes en una serie de tiempo: una tendencia estocástica τ_t , un componente cíclico c_t y un término irregular ε_t , donde cada componente está asociado a diferentes frecuencias. El filtro CF permite aislar los ciclos asociados a los movimientos de la serie en una banda (especificando un rango para su duración), y atribuyendo el resto de los movimientos de la serie a los otros componentes. Al asignar los movimientos altamente volátiles al término irregular, el filtro genera un componente cíclico suave que permite eliminar los efectos nocivos de la alta volatilidad del componente cíclico.

Los filtros de “paso de banda” son calculados como un promedio móvil ponderado de dos lados, lo que genera inconvenientes en los extremos de la muestra, por tener que usar un número de adelantos y rezagos, como en el caso del filtro HP y el de Baxter y King (1999). Adicionalmente, el filtro CF es el más general y permite que cambien las ponderaciones de los adelantos y rezagos, por lo que las series filtradas pueden obtenerse para la muestra completa y presentar menos problemas en los extremos (Mejía, *et al.*, 2013 y Christiano y Fitzgerald, 2003).

Por otro lado, la identificación de cambio estructural en la relación de la producción manufacturera e industrial, con respecto a las variables monetarias en estudio, se basa en la prueba de Bai y Perron (1998). Su metodología considera la posibilidad de que existan múltiples cambios estructurales en un

⁹ El cálculo de la tendencia involucra un parámetro de penalización $\lambda = 14,400$ para datos mensuales, que controla su suavidad. Valores grandes de λ generan tendencias más suaves y viceversa.

modelo de regresión lineal estimado secuencialmente, a través de la minimización de la suma de los residuos al cuadrado.¹⁰

En este estudio, solo es relevante el análisis de co-movimiento entre la variable dependiente e independiente. En ese sentido, aunque se usa análisis de regresión, el coeficiente de correlación puede ser obtenido mediante una transformación simple.¹¹

Un modelo que considera m cambios estructurales (o bien, $m+1$ regímenes) se puede formular de la siguiente manera:

$$y_t = \sum_{i=1}^{m+1} \alpha_i D_{it} + \sum_{i=1}^{m+1} \beta_i D_{it} x_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

para los regímenes $i = 1, \dots, m + 1$, donde se usan los índices T_1, \dots, T_m para representar los puntos de quiebre desconocidos y, por convención, $T_0 = 0$ y $T_{m+1} = T$ para indicar el inicio y fin de la muestra; D_{it} es una variable dicótoma que toma los valores de 1 para el segmento de la muestra $T_{i-1} < t < T_i$ y cero, para cualquier otro caso ($i = 1, \dots, m+1$). El propósito es estimar los coeficientes de regresión desconocidos α_i y β_i , así como los puntos de quiebre T_i cuando T observaciones de x_t y y_t están disponibles. Dado que el procedimiento es secuencial, se identifica al primer punto de cambio estructural como aquel en el que se minimiza la suma de residuos al cuadrado, denotado por \hat{T}_1 , así como los estimadores $\hat{\alpha}_1$ y $\hat{\beta}_1$ y $\hat{\alpha}_2$ y $\hat{\beta}_2$ del primero y segundo regímenes, tomando la muestra completa en la estimación.¹² Como paso siguiente, la muestra se divide en dos segmentos $[1, \hat{T}_1]$ y $[\hat{T}_1, \hat{T}_{m+1}]$ y en cada uno se realiza el mismo procedimiento para estimar un nuevo punto de cambio estructural, y así sucesivamente.

En general, como el método de estimación de Bai y Perron (1998) se basa en el principio de mínimos cuadrados ordinarios, para cada m -ésima partición (T_1, \dots, T_m) , se tienen estimaciones de los parámetros denotadas como $\hat{\alpha}(\{T_i\})$ y $\hat{\beta}(\{T_i\})$, las cuales se pueden sustituir en la función objetivo. Así, los estimadores de las fechas de quiebre son los que minimizan globalmente la

¹⁰ El modelo de Bai y Perron (1998) puede ser usado para formas generales de autocorrelación y heteroscedasticidad en los errores, así como para variables dependientes rezagadas, regresores con tendencia y diferentes distribuciones de los errores.

¹¹ La relación entre el coeficiente de correlación entre dos variables aleatorias x y y (r) y el coeficiente pendiente de la regresión entre las mismas (b) puede expresarse como $r = bS_x/S_y$, donde S_x y S_y denotan las desviaciones estándar de x y y , respectivamente (Montgomery, et. al., 2012).

¹² Comúnmente se excluye el 15% de las observaciones al principio y al final de la muestra (trimming percentage), para tener los grados de libertad mínimos para estimar los parámetros del primero y último régimen, de modo que T_1 y T_m estarán en el intervalo $[0.15, 0.85]$ de la muestra.

función objetivo, en tanto que los parámetros estimados de la regresión están asociados a los mínimos cuadrados estimados de la m -ésima partición obtenida $\{T_i\}$, es decir $\hat{\alpha}_i = \hat{\alpha}(\{\hat{T}_i\})$ y $\hat{\beta}_i = \hat{\beta}(\{\hat{T}_i\})$.

Por otra parte, Bai y Perron (1998) consideran una prueba de la hipótesis nula de l quiebres contra la alternativa de que existe un quiebre adicional. Para el modelo con l quiebres, se estiman los puntos de quiebre, denotados por $\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_l$, y son obtenidos a través de una minimización global de la suma de los residuos al cuadrado. La estrategia consiste en probar cada $(l + 1)$, segmentos (obtenidos usando la partición estimada $\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_l$) para la presencia de un quiebre adicional. Se asume que la magnitud de los cambios es fija.

La prueba va a ser equivalente a la aplicación de $(l + 1)$ pruebas de la hipótesis nula de que no hay cambios estructurales contra la hipótesis alternativa de la presencia de un solo cambio. Esto se aplica a cada segmento que contenga las observaciones \hat{T}_{i-1} hasta \hat{T}_i ($i = 1, \dots, l + 1$) usando la convención de que $\hat{T}_0 = 0$ y $\hat{T}_{l+1} = T$. Se concluye en un rechazo a favor del modelo con $(l + 1)$ quiebres si el valor mínimo general de la suma de cuadrados residuales (sobre todos los segmentos donde se incluye un quiebre adicional) es lo suficientemente pequeño como la suma de cuadrados residuales desde el modelo con l quiebres. La fecha de quiebre así seleccionada es aquella asociada con su mínimo general.

3. Resultados: ciclos económicos y variables monetarias y financieras

El análisis de regresión realizado considera como variables dependientes a la producción industrial o a la manufacturera y como variables explicatorias a la inflación, la tasa de interés, el tipo de cambio, los agregados monetarios y algunos tipos de crédito otorgado al sector privado. Las series fueron obtenidas de INEGI (2019) y Banco de México (2019), están desestacionalizadas y tienen frecuencia mensual; el periodo de estudio más largo abarca de 1980 a 2019, aunque para algunas series es menor por la disponibilidad de información.

Los cuadros 1 a 3 presentan los regímenes y los coeficientes-pendiente estimados en las regresiones con cambio estructural múltiple correspondientes.¹³ En el bloque izquierdo de los cuadros aparecen los resultados de las series obtenidas con el filtro CF, en tanto que a la derecha se encuentran los del filtro HP; en cada caso, el análisis se hace tanto para la producción industrial como para la manufacturera; los valores entre paréntesis se refieren a los valores p de los estimaciones correspondientes.

¹³ Se utilizó la corrección de Newey-West para obtener estimaciones robustas de los errores estándar ante la existencia de auto-correlación y heteroscedasticidad.

Como es común en el análisis del comovimiento del ciclo y otras variables, se usan diferentes filtros para evaluar la robustez de los resultados. No obstante, las estimaciones obtenidas con base en series extraídas con los filtros HP y CF pueden variar porque el primero conserva el término de ruido en el componente cíclico, mientras que el segundo lo excluye. Además, el grado de asociación estimado depende de la variable en la que se base el indicador del ciclo. En nuestro caso, los resultados pueden diferir entre la industria y la manufactura debido a que la primera es una medida más amplia (que incluye construcción; generación de electricidad, agua y gas; minería, y manufactura), sujeta a una alta proporción de choques internos (los primeros dos componentes), pero también a la alta volatilidad de los mercados internacionales de minerales (sobre todo del petróleo, en el caso de México). Por su lado, la manufactura, aunque expuesta a choques internos y externos, responde a condiciones de mercado que cambian de manera relativamente más regular (Agénor *et al.*, 2000).

En el cuadro 1 se puede observar que tanto la inflación, como la tasa de interés (CETES a 91 días) y el tipo de cambio nominal presentan una relación negativa (o nula estadísticamente), respecto a la producción industrial y manufacturera durante el periodo de estudio, aunque con coeficientes de magnitudes diferentes. Además, aun cuando las fechas de los cambios estructurales y los correspondientes regímenes no son idénticos, destacan dos quiebres que aparecen cuando se aplica el filtro CF y se usa la manufactura para medir el ciclo: uno a mediados de los años ochenta (1986-1987) y otro a mediados de los noventa (1993-1994). Debido a que la tasa de inflación condiciona el comportamiento de la tasa de interés y del tipo de cambio nominales, estos cambios relativamente simultáneos podrían asociarse con el tránsito de una economía altamente inflacionaria a otra de inflación moderada y, con el paso del tiempo, a una economía de baja inflación, respectivamente. En efecto, después del abandono de una política monetaria vinculada a las necesidades del Sector Público y el acomodo de la liquidez a través de diversos instrumentos, la adopción del tipo de cambio como ancla nominal facilitó el tránsito de una inflación alta a una moderada (Banxico de México, 2009). Posteriormente, mediante el manejo de la tasa de interés, primero de manera indirecta, a través de un objetivo para los saldos de las cuentas corrientes, y después de manera directa, se ha logrado estabilizar la inflación en niveles de un dígito.

En cualquier caso, en general, estos hallazgos son consistentes con lo reportado previamente en la literatura, lo que confirma que la inflación tiene efectos perniciosos sobre la actividad productiva cuando es elevada, como en los años ochenta. De hecho, la pequeña magnitud de los coeficientes estimados refleja la asociación entre valores altos de esta variable y fluctuaciones de menor

magnitud en el indicador del ciclo. La experiencia de los años posteriores, especialmente desde mediados de los noventa, sugiere un cambio interesante: como lo indican los valores mayores y el signo negativo de los coeficientes estimados, la inflación sigue siendo contra-cíclica, pero sus variaciones se asocian a cambios mayores en el ciclo económico. De cualquier modo, la asociación inversa entre estas variables puede interpretarse como resultado de la prevalencia de los choques de oferta (Torres, 2002; Mejía, 2003, y Cuadra, 2008).

Cuadro 1
Producción industrial y manufacturera contra inflación, tasa de interés, tipo de cambio, IPC-BMV y Base Monetaria

	Industria		Regimenes		HP	Manufactura		Regimenes		HP
	Regimenes	CF	Regimenes	HP		Regimenes	CF	Regimenes	HP	
Inflación	1980M01	-0.001486	1980M01	-0.000872	1980M01	-0.001525	1980M01	-0.001732	1980M01	-0.001732
	1986M03	(0.0000)	2019M06	(0.0014)	1986M03	(0.0000)	1987M03	(0.0000)	1987M03	(0.0000)
	1986M04	-5.74E-05			1986M04	-0.000193	1987M04	-0.000449	1987M04	-0.000449
	1993M07	(0.4567)			1993M12	(0.0263)	2019M06	(0.0017)	2019M06	(0.0017)
	1993M08	-0.004476			1994M01	-0.002835				
	2019M06	(0.0000)			2002M12	(0.0000)				
					2003M01	-0.016900				
					2010M03	(0.0000)				
					2010M04	-0.000894				
					2019M06	(0.5873)				
Cetes_91	1980M01	-0.000632	1980M01	-0.002728	1980M01	-0.001207	1980M01	-0.002588	1980M01	-0.002588
	1993M09	(0.1462)	1987M03	(0.0000)	2019M06	(0.0039)	1987M04	(0.0000)	1987M04	(0.0000)
	1993M10	-0.003819	1987M04	0.000247			1987M05	-0.000138	1987M05	-0.000138
	2019M06	(0.0000)	1993M11	(0.1294)			1994M03	(0.5936)	1994M03	(0.5936)
			1993M12	-0.002809			1994M04	-0.001833	1994M04	-0.001833
		2019M06	(0.0000)			2019M06	(0.0000)	2019M06	(0.0000)	
Tipo de C. nominal	1980M01	-0.195192	1980M01	-0.662767	1980M01	-0.217703	1980M01	-0.674192	1980M01	-0.674192
	1986M01	(0.0002)	1985M11	(0.0000)	1986M02	(0.0000)	1985M11	(0.0000)	1985M11	(0.0000)
	1986M02	-0.054455	1985M12	-0.053423	1986M03	-0.033777	1985M12	-0.027105	1985M12	-0.027105
	1996M04	(0.0000)	1995M11	(0.0000)	2010M03	(0.0000)	2010M04	(0.0000)	2010M04	(0.0000)
	1996M05	-0.013267	1995M12	-0.016246	2010M04	-0.001354	2010M05	-0.003480	2010M05	-0.003480
	2019M06	(0.0020)	2010M09	(0.0006)	2019M06	(0.7695)	2019M06	(0.0618)	2019M06	(0.0618)
			2010M10	0.003359						
			2019M06	(0.0488)						
			1994M01	(0.0000)						
			2010M07	(0.0000)						
Tipo de C. real	1980M01	-0.011805	1980M01	-0.012716	1980M01	-0.013061	1980M01	-0.009635	1980M01	-0.009635
	1994M01	(0.0000)	2010M07	(0.0000)	2002M05	(0.0000)	2004M12	(0.0000)	2004M12	(0.0000)
	1994M02	-0.026321	2010M08	0.003270	2002M06	-0.039548	2005M01	-0.033120	2005M01	-0.033120
	2011M02	(0.0000)	2019M06	(0.0407)	2010M03	(0.0000)	2010M12	(0.0000)	2010M12	(0.0000)
	2011M03	-0.001449			2010M04	-0.002106	2011M01	-0.003095	2011M01	-0.003095
	(0.5916)			2019M06	(0.5597)	2019M06	(0.1094)	2019M06	(0.1094)	
IPC-BMV	1981M01	-0.015207	1981M01	-0.012681	1981M01	-0.014461	1981M01	-0.013875	1981M01	-0.013875
	1992M04	(0.3246)	1993M05	(0.4389)	1994M03	(0.3528)	1995M03	(0.3802)	1995M03	(0.3802)
	1992M05	0.152170	1993M06	0.108732	1994M04	0.182424	1995M04	0.128634	1995M04	0.128634
	2019M06	(0.0000)	2019M06	(0.0001)	2019M06	(0.0000)	2019M06	(0.0001)	2019M06	(0.0001)

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2019) y Banco de México (2019).

La relación entre las variables de producción y el tipo de cambio nominal resulta negativa en todo el periodo de análisis. Además, destacan dos cambios estructurales en la relación ocurridos a mediados de los ochenta y mediados de los noventa del Siglo XX, periodos asociados a una fuerte inestabilidad de precios, en el primer caso, y a crisis económica, en el segundo. De igual manera, utilizando el tipo de cambio real, la relación con la producción resultó negativa hasta la primera década de 2000, independientemente del filtro usado o de la variable en la que se basa el indicador del ciclo económico. Este resultado es consistente con lo reportado en los análisis de co-movimiento previamente citados y con la hipótesis estructuralista que sostiene que, en un contexto de alto endeudamiento y elevada importación de insumos, una

depreciación cambiaria eleva los costos de la inversión (Krugman y Taylor, 1978; Mejía, *et al.*, 2013). Llama la atención, a su vez, que la relación inversa entre el tipo de cambio real y el ciclo se torna no significativa durante la última década, lo que coincide con un periodo de mayor estabilidad cambiaria y menor endeudamiento, así como con el origen principalmente externo de las fluctuaciones cíclicas de la economía (Mejía, *et al.*, 2013).

El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), por su lado, no presenta una relación significativa con la actividad productiva del país hasta principios de los años noventa (1992-1994), cuando este mercado empieza a consolidarse como fuente de financiamiento (Rodríguez, 2002). Desde mediados de esa década, se observa una relación positiva significativa entre dicho indicador y la actividad industrial y manufacturera, lo que sugiere que, al menos, en las últimas dos décadas el mercado de valores ha favorecido la actividad productiva del país.

Por otra parte, la base monetaria y M4 en términos reales muestran una relación positiva y significativa con la producción industrial y manufacturera en todo el periodo de estudio, sin importar la medida de producción o el filtro utilizados. Los resultados para M2 y M3 son similares cuando se aplica el filtro CF, pero cambian con el filtro HP: hay evidencia de un cambio estructural a partir de mediados de los años noventa, con una relación positiva y significativa antes del quiebre y negativa o no significativa después. Resultados que se explican por el manejo de la política monetaria adoptada.

Los resultados para M1 son aún menos robustos, ya que varía notablemente el número de regímenes identificados, los signos de los coeficientes y su significancia estadística entre filtros y medidas de producción. No obstante, en los periodos 1980-1986 y 1992-2012 la relación es positiva y significativa con el filtro CF y ambas medidas de producción, positiva y significativa siempre con el HP.

En suma, aunque con algunas excepciones, los diferentes agregados monetarios parecen ser procíclicos en diferente medida, en la mayor parte del periodo, lo que es consistente con la evidencia reportada en la literatura (Mejía, 2003; Cuadra, 2008 y Germán, 2015). No obstante, una política monetaria de esta naturaleza no contribuye a amortiguar las fluctuaciones cíclicas de la economía, sino todo lo contrario. Para dar sentido a estos resultados, debe recordarse que la inflación es contracíclica y que el objetivo principal, si no es que único, del Banco de México, ha sido reducirla primero y estabilizarla después. Entonces, cuando la producción decrece o reduce su ritmo de crecimiento (se mueve por debajo de su tendencia de largo plazo), la inflación sube y el banco central adopta una política monetaria restrictiva y viceversa (Banco de México, 2016).

Cuadro 2
Producción industrial y manufacturera contra agregados monetarios

	Industria				Manufactura									
	Regímenes	CF	Regímenes	HP	Regímenes	CF	Regímenes	HP						
Base Mone nominal	1980M01	-0.041595	1980M01	-	0.002558	1980M01	-	-0.073674	1980M01	-	-0.038573			
	2019M06	(0.3897)	2019M0	-	(0.9572)	2019M06	-	(0.1117)	2019M06	-	(0.3764)			
Base Mone real	1980M01	0.281040	1980M01	-	0.224651	1980M01	0.212825	1980M01	-	0.159562				
	2019M06	(0.0000)	2019M06	-	(0.0000)	2019M06	(0.0000)	2019M06	-	(0.0002)				
M1 Nominal	1980M01	-	0.016726	1980M01	-	0.010794	1980M01	-	-0.000808	1980M01	-	0.060800		
	1993M10	--	(0.6106)	1993M11	--	(0.7846)	1994M02	--	(0.9832)	2019M06	--	(0.2274)		
	1993M11	-	0.410590	1993M12	-	0.480349	1994M03	-	0.261081					
	2019M06	--	(0.0000)	2000M11	--	(0.0000)	2001M09	--	(0.0000)					
				2000M12	--	-0.000760	2001M10	--	1.093563					
M1 Real			2019M06	--	(0.9935)	2013M03	--	(0.0000)						
						2013M04	--	-0.538645						
						2019M06	--	(0.0000)						
			1980M01	-	0.370643	1980M01	-	0.382726	1980M01	-	0.166476			
			1986M01	--	(0.0000)	1986M02	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.0000)			
			1986M02	-	0.038495	1986M03	-	-0.060440						
			1993M10	--	(0.2989)	2019M06	--	(0.0059)	1992M01	--	(0.1972)			
			1993M11	-	0.367386			1992M02	-	0.238950				
			2012M05	--	(0.0000)			2012M04	--	(0.0000)				
			2012M06	--	-0.275831			2012M05	--	-0.441963				
M2 Nominal	1980M01	-	-0.077812	1980M01	-	-0.039307	1980M01	-	-0.117258	1980M01	-	-0.090581		
	2008M09	--	(0.2175)	2019M06	--	(0.5808)	2008M08	--	(0.0667)	2019M06	--	(0.2011)		
M2 Real	1980M01	-	0.384452	1980M01	-	0.334237	1980M01	-	0.290161	1980M01	-	0.274598		
	2019M06	--	(0.0000)	1996M09	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.0000)	1997M03	--	(0.0000)		
M3 Nominal			1980M01	-	-0.081604	1980M01	-	-0.591604	1980M01	-	-0.119626	1980M01	-	-0.620477
			1993M06	--	(0.2215)	1985M11	--	(0.0001)	1993M12	--	(0.0779)	1985M11	--	(0.0001)
			1993M07	-	2.800633	1985M12	-	0.061423	1994M01	-	0.836031	1985M12	-	0.015033
			1999M07	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.4234)	2019M06	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.8373)
			1999M08	-	0.602526									
M3 Real	1980M01	-	0.396689	1980M01	-	0.334578	1980M01	-	0.327024	1980M01	-	0.261174		
	2019M06	--	(0.0000)	1995M11	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.0000)	1995M12	--	(0.0000)		
M4 Nominal	1980M01	-	-0.090208	1980M01	-	-0.026590	1980M01	-	-0.126098	1980M01	-	-0.049096		
	1994M11	--	(0.1998)	2019M06	--	(0.6445)	2001M05	--	(0.0725)	2019M06	--	(0.3841)		
M4 Real	1980M01	-	0.385768	1980M01	-	0.194600	1980M01	-	0.323674	1980M01	-	0.157950		
	2019M06	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.0000)	2019M06	--	(0.0002)		

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2019) y Banco de México (2019).

Por otra parte, las relaciones entre los agregados monetarios en términos nominales y las variables de producción son inestables, con recurrentes cambios de signo y cambios estructurales, principalmente de mediados de los años ochenta y noventa del Siglo XX, lo que sugiere que la alta inflación de esos años, pudo haber condicionado de manera relevante la inestabilidad de esas relaciones (véase cuadro 2).

La relación entre diferentes tipos de crédito y el ciclo económico, a su vez, no es robusta en varios casos. Los hallazgos más relevantes con respecto al crédito privado al consumo (CSPC) y a la vivienda (CSPV) muestran una relación no significativa cuando se utilizan las variables filtradas por el método HP; pero, muestran una relación positiva entre manufactura y el primero, en toda la muestra, al considerar el filtro CF. Además, destacan los periodos de 1994-1998 y 1998-2019: en el primero se observa una relación negativa entre el crédito al consumo y la actividad industrial, la cual se torna positiva en el

segundo. Los resultados son similares a estos para el CSPV, con respecto a las dos medidas de producción. En cualquier caso, los coeficientes estimados son muy pequeños, lo que refleja los bajos niveles de crédito en México, como se ha documentado ampliamente en la literatura.

Cuadro 3
Producción industrial y manufacturera contra agregados de crédito

	Industria			Manufacturera				
	Regímenes	CF	Regímenes	HP	Regímenes	CF	Regímenes	HP
CSPC	1994M12	-0.156638	1994M12	0.046328	1994M12	0.088938	1994M12	0.160887
	1998M07 --	(0.0379)	2019M06	(0.2779)	2019M06	(0.0215)	2010M02 --	(0.0115)
	1998M08	0.100061					2010M03	-0.088967
	2019M06 --	(0.0011)					2019M06 --	(0.0245)
CSPV	1994M12	-0.184789	1994M12	-0.048514	1994M12	-0.102842	1994M12	0.034425
	1998M07 --	(0.0004)	2019M06	(0.5000)	1998M07 --	(0.0097)	2019M06	(0.5650)
	1998M08	0.125816			1998M08	-0.179764		
	2019M06 --	(0.0001)			2019M06 --	(0.0000)		
CSPE	1994M12	-0.093562	1994M12	-0.065954	1994M12	-0.070193	1994M12	-0.037239
	2019M06	(0.1600)	2019M06	(0.2952)	2019M06	(0.2953)	2019M06	(0.6205)
FD	1994M12	-0.191868	1994M12	-0.036335	1994M12	-0.092287	1994M12	0.049008
	1998M07 --	(0.0093)	2019M06	(0.6596)	1998M07 --	(0.0804)	2019M06	(0.4937)
	1998M08	0.407994			1998M08	-0.594822		
	2003M09 --	(0.0000)			2003M08 --	(0.0000)		
	2003M10	-0.175951			2003M09	-0.178958		
	2008M05 --	(0.0000)			2019M06 --	(0.0140)		
	2008M06	0.122077						
	2019M06 --	(0.1244)						
CSPT	1994M12	0.139122	1994M12	0.148082	1994M12	0.102635	1994M12	0.113139
	2019M06	(0.1549)	2019M06	(0.1281)	2019M06	(0.3384)	2019M06	(0.3037)
CT	1994M12	-0.318607	1994M12	0.263880	1994M12	-0.404218	1994M12	0.386447
	2003M10 --	(0.2259)	2019M06	(0.0028)	2005M02 --	(0.0469)	2019M06	(0.0004)
	2003M11	-0.703220			2005M03	-0.094934		
	2007M06 --	(0.0000)			2008M10 --	(0.4998)		
	2007M07	1.032673			2008M11	1.827061		
	2012M05 --	(0.0000)			2012M06 --	(0.0000)		
	2012M06	-0.271079			2012M07	-0.387563		
	2019M06 --	(0.0000)			2019M06 --	(0.0000)		

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2019) y Banco de México (2019).

A su vez, el crédito al sector privado total (CSPT)¹⁴ y, de manera particular, el crédito privado al sector empresarial (CSE)¹⁵ mostraron una relación no significativa con la actividad industrial y manufacturera durante todo el periodo que abarca el estudio, independientemente del filtro utilizado. Al respecto, se esperaba una relación positiva robusta entre dichas variables como sugiere la teoría y algunos autores, como Honohan (2004) y Agénor *et al.*, (2000).¹⁶

Por su parte, mientras el Financiamiento Directo al Sector Privado (FDSP) mostró una relación no significativa respecto a la industria y la manufactura en todo el periodo de estudio, el Financiamiento total otorgado por la banca comercial al sector no bancario (FTNB) presentó una relación positiva con ambos tipos de producción, utilizando el filtro de HP. En cambio, con el filtro CF, ambos tipos de financiamiento muestran una relación considerablemente

¹⁴ i. Financiamiento directo: consumo, vivienda, empresas, intermediarios financieros no bancarios y ii. Títulos asociados a programas de reestructuras: Cetes especiales e IPAB-FOBAPROA).

¹⁵ Empresas y personas físicas con actividad empresarial.

¹⁶ Mejía (2003) presenta evidencia de una relación negativa entre el crédito a las empresas privadas y la producción para el periodo 1980-2012.

inestable con respecto a la producción industrial y manufacturera. Al respecto, el FDSP mostró una relación no significativa entre 1994 y 1998, en tanto que durante el periodo 1998-2019, la relación es positiva. En el caso del FTNB, la relación es no significativa de 2007 a 2008, positiva en 2008-2012 y negativa en 2012-2019. Al respecto, Clavellina (2013), utilizando información trimestral de 1995 a 2012, concluye que el crecimiento del crédito real total al sector privado no es significativo estadísticamente, en la explicación del crecimiento del PIB real de México.

En general, la inestabilidad y magnitud de la asociación entre crédito bancario al sector privado y actividad productiva puede explicarse por el hecho de que tras la crisis financiera de 1994-1995 la reestructuración de los bancos y su cartera de créditos no privilegiaron al aparato productivo, sino que se orientaron al consumo, al cual cargan mayores intereses por lo que les es más rentable, y al sector público, por su bajo nivel de morosidad (**Clavellina, 2013**), ocasionando con ello un deterioro en la posición deudora de las familias y una mayor restricción en la cantidad de recursos destinados a las actividades productivas. En particular, durante el periodo de 1995 a 2012, del total del crédito otorgado por la banca comercial, el crédito al consumo pasó de 5.3% a 21.2%, en tanto que el crédito orientado al sector industrial pasó de 24.7% a 20.0% (Banco de México, 2019, y Clavellina, 2013).

Más todavía, Clavellina (2013) plantea que, ante la escasez de crédito y la complejidad de los requerimientos de la banca comercial para acceder a su financiamiento, las empresas mexicanas han recurrido, en gran medida, al financiamiento de proveedores para continuar operando. Es así como entre 2010 y 2012, en promedio, los proveedores representaron la principal fuente de recursos para 82% de las empresas, mientras que la banca comercial lo fue solo para 35%.

En suma, vale la pena destacar que, en general, el acceso al crédito ha estado restringido, primero por su canalización a sectores específicos (cajones selectivos de crédito) y, posteriormente, con excepción de los primeros años de la década de los noventa,¹⁷ a un sector bancario adverso al riesgo debido a la crisis de 1994-1995, que se ha alejado de su principal función que es proveer financiamiento de corto y largo plazos al sector productivo (Levy, 2006).

¹⁷ A partir del periodo de desregulación financiera y en particular, en el periodo posterior a la privatización, se caracterizó por un incremento importante del crédito. Sin embargo, la mayor parte de este financiamiento fue a operaciones riesgosas, lo que dio lugar a un problema de cartera vencida.

Conclusiones

En este documento, se ha analizado la relación entre el ciclo económico y diversas variables monetarias y financieras, teniendo en cuenta la posibilidad de cambios estructurales determinados endógenamente. Para ello, se ha utilizado el enfoque de ciclos de crecimiento, con filtros de eliminación de tendencia alternativos para contrastar la robustez de los resultados. En ese sentido, aunque las estimaciones sugieren la presencia de cambios estructurales en diferentes periodos y variaciones de signo y magnitud de los coeficientes estimados, hay una serie de resultados robustos que vale la pena destacar.

Primero, varias relaciones muestran cambios estructurales ocurridos a mediados de los años ochenta y noventa, lo que puede asociarse al tránsito de una economía altamente inestable y con alta inflación, a otra con inflación moderada y a una de inflación baja, respectivamente. Segundo, el carácter contracíclico de la inflación y otras variables nominales altamente influenciadas por ella, como las tasas de interés y el tipo de cambio, sugiere que los choques de oferta han desempeñado un papel importante en la dinámica de la economía mexicana, incluso cuando la primera ha sido baja. Tercero, dado que el objetivo principal del Banco de México ha sido controlar la inflación y que esta ha sido contracíclica, el comportamiento procíclico de los agregados monetarios reales, principalmente los de alto poder, implica que la política monetaria ha sido procíclica, lo que efectivamente ha contribuido a estabilizar la inflación, pero ha exacerbado las fluctuaciones cíclicas de la economía nacional. Cuarto, después de los cambios estructurales ocurridos en el transcurso del tiempo, los coeficientes estimados para los periodos más recientes disminuyen, particularmente en el caso de la inflación y de varios agregados monetarios, lo que significa que la política monetaria ha cumplido su objetivo y las variables nominales parecen ser menos relevantes en el desempeño del sector real. Quinto, la inestable relación del crédito con el ciclo económico refleja las restricciones que el primero ha enfrentado y, por tanto, su limitado papel en el financiamiento de la actividad productiva.

En suma, este documento ha validado o matizado la relación entre el ciclo económico y un conjunto más amplio de variables monetarias y financieras del comúnmente analizado en la literatura. En particular, ha llamado la atención hacia la necesidad de incorporar al análisis de los efectos reales de la política monetaria, la posibilidad de que haya cambios estructurales recientes que pueden haber afectado su efectividad.

Por último, vale la pena destacar que, a la manera de los estudios de comovimiento del ciclo con otras variables, aquí se ha derivado una serie de

implicaciones intuitivamente atractivas, con base en un enfoque bivariado que debe extenderse mediante el uso de metodologías más generales.

Referencias

- [1] Agénor, P-R., McDermott, J. C. y Prasad, E. S. (2000). "Macroeconomic fluctuations in developing countries: some stylized facts (English)". *The World Bank Economic Review*, 14(2), 251-285.
- [2] Almendra-Aro, G., González-Estrada, A. y Mora Flores, J. S. (2008). "Los ciclos económicos de México y sus regularidades empíricas". *Agrociencia*, 42, 299-311.
- [3] Alper, C. E. (2002). "Business cycles, excess volatility and capital flows: evidence from Mexico and Turkey". *Emerging Markets Finance & Trade*, 38 (4), 25-58.
- [4] Aparicio, A. y Perez, G. (2003). "Política monetaria en la economía mexicana". *Economía Informa*, núm. 318, 29-43.
- [5] Bai, J. y Perron, P. (1998). "Estimating and testing linear models with multiple structural changes", *Econometrica*, 66(1), 47-78, <<http://www.jstor.org/stable/2998540>>
- [6] Bai, J. y Perron, P. (2003). "Critical values for multiple structural change tests". *Econometrics Journal* 6(1), 72-78.
- [7] Banco de México (1996). "La conducción de la política monetaria del Banco de México a través del régimen de saldos acumulados", anexo 4 del informe anual, disponible en: <www.banxico.org.mx>
- [8] Banco de México (2001). "Informe anual sobre la inflación", disponible en: <www.banxico.org.mx>
- [9] Banco de México (2002). "Informe sobre la inflación, abril-junio 2002", disponible en: <www.banxico.org.mx>
- [10] Banco de México (2007). "Instrumentación de la política monetaria a través de un objetivo operacional de tasa de interés", anexo 3 del informe sobre inflación julio-septiembre 2007, disponible en: <www.banxico.org.mx>.
- [11] Banco de México (2009). "Regímenes cambiarios en México a partir de 1954", disponible en: <www.banxico.org.mx>.
- [12] Banco de México (2016). "Cambios recientes en el mecanismo de transmisión de la política monetaria en México", extracto del informe trimestral enero-marzo, recuadro 2, pp.47-52, México, disponible en: <https://www.banxico.org.mx>
- [13] Banco de México (2019). "Financiamiento otorgado por la Banca Comercial al sector no bancario", México, disponible en: <https://www.banxico.org.mx/>
- [14] Baxter, M. y R. King (1999). "Measuring Business Cycle: Approximate Bandpass Filter for Economic Time Series". *Review of Economics and Statistics*, LXXXI (4), Harvard Kennedy School, Massachusetts, 575-593.
- [15] Calderón, A., Cárdenas, J. e Ize, A. (1981). "Un análisis del mercado de crédito en México". Banco de México, documento de investigación núm. 41.
- [16] Christiano, L. J. y Fitzgerald, T. J. (2003). "The band pass filter". *International Economic Review*, 44(2), 435-465.

- [17] Calvo, G. y Mendoza, E. G. (1996). "Mexico's balance-of-payments crisis: a chronicle of death foretold". *Journal of International Economics*, 41, 235-264.
- [18] Clavellina, J. L. (2013). "Crédito bancario y crecimiento económico". *Economía Informa*, UNAM-Elsevier, Núm.378, 14-36.
- [19] Cuadra, G. (2008). "Hechos estilizados del ciclo económico en México". *Banco de México. Documento de Investigación No. 2008-14*, Banco de México.
- [20] Dornbusch, R. y Simonsen, M. E. (1987). "Estabilización de la inflación con el apoyo de una política de ingresos". *El Trimestre Económico*, LIV (214), 225-282.
- [21] Garcés, D. (2002). "Agregados monetarios, inflación y actividad económica en México". *Documento de Investigación No. 2002-07*, Banco de México.
- [22] Galindo, L. y Ros, J. (2006). "Banco de México: política monetaria de metas de inflación". *Economía UNAM*, 3(2), 82-88.
- [23] Germán, V. (2015). "Co-movimiento, persistencia y volatilidad de variables macroeconómicas mexicanas en presencia de cambio estructural, 1940-2012". *CIENCIA ergo-sum*, 22 (3), 192-203.
- [24] Hodrick, R. y Prescott, E. (1997). "Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation". *Journal of Money, Credit and Banking* 29(1), 1-16.
- [25] Honohan, P. (2004). "Financial development, growth and poverty: how close are the links?" World Bank Policy Research Working Paper No. 3364.
- [26] INEGI (2019), "Índice Nacional de Precios al Consumidor", Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México, <<https://www.inegi.org.mx/temas/inpc/>>, 19 de junio 2019.
- [27] Jarque, C., y Téllez, L. (1994). El combate a la inflación: el éxito de la fórmula mexicana. México: Grijalbo.
- [28] Krugman, P. y Taylor, L. (1978). "Contractionary effects of devaluation". *Journal of International Economics*, 8(3), 445-456.
- [29] Kydland, F. E. y Prescott, E. C. (1990). "Business cycle: real facts and a monetary myth" *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 14(2), 3-18. <<https://www.minneapolisfed.org/research/qr/qr1421.pdf>>.
- [30] Levy, N. (2006). "Profundización financiera y restricción crediticia" *Economía Informa, UNAM*, núm. 343, 54-65.
- [31] Lucas, R. E. (1977). "Understanding business cycles". *Carnegie-Rochester Conference on Public Policy*, 5(1), 7-29. <[https://doi.org/10.1016/0167-2231\(77\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0167-2231(77)90002-1)>
- [32] Martínez, L., Sánchez, O. y Werner, A. (2001). "Consideraciones sobre la conducción de la política monetaria y el mecanismo de transmisión en México". *Banco de México Documento de investigación No. 2001-02*.
- [33] Mejía, P. (2003). "Regularidades empíricas en los ciclos económicos de México: producción, inversión, inflación y balanza comercial". *Economía mexicana. Nueva época*, XII (2), 231-274.
- [34] Mejía, P., Vergara, R., y Díaz, M. A. (2013). Ciclos económicos sectoriales en México, 1980-2011. En: Mejía-Reyes, P. (coord), *Fluctuaciones cíclicas y crecimiento económico en México* (119-149). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- [35] Montgomery, D.C., Peck, E. A. & Vining, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis*, Fifth Edition, John Wiley & Sons. New York, U. S. A., 655 pp.

- [36] Peñaloza, T. (1992). "Aspectos centrales de la banca mexicana", *Comercio exterior*, 42 (2), 107-118.
- [37] Perrotini, I. (2004). "Restricciones estructurales del crecimiento en México, 1980-2003". *Economía UNAM*, 1(1), 86-100.
- [38] Ravn, M., y Uhlig, H. (2002). "On adjusting the Hodrick-Prescott filter for the frequency of observations". *The Review of Economics and Statistics*, 84(2), 371-375.
- [39] Ros, J. (1987). Mexico from the Oil Boom to the Debt Crisis: an Analysis of Policy Responses to External Shocks, 1978-85. En: Thorp R., Whitehead L. (eds) Latin American Debt and the Adjustment Crisis. St Antony's/Macmillan Series. Palgrave Macmillan, London.
- [40] Rodríguez, T. (2002). "El crédito en México en los noventa: de la mala selección de las inversiones al racionamiento". *Comercio Exterior*, 52(7), 598-610.
- [41] Swachrtz, M. (1998). "Consideraciones teóricas sobre la instrumentación práctica de la política monetaria", *Banco de México Documento de Investigación* No. 9804.
- [42] Torres, A. (2002). "Estabilidad en variables nominales y el ciclo económico: el caso de México", *Gaceta de Economía* ITAM, núm. 7 (número especial), 61-114.
- [43] Unda-Gutiérrez, M. (2003). "Compendio de la política económica de México, 1980-2000". Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.
- [44] Villarreal, C. y Hernández, L. (2016). "Economic integration, economic crises and economic cycles in Mexico". *Contaduría y Administración* (62), 85-104.



Los precios del petróleo y la actividad económica en México

Oil Prices and Economic Activity in Mexico

Antonio Ruiz-Porras*§
Javier Emmanuel Anguiano-Pita*

Información del artículo

Recibido:
4 octubre 2020

Aceptado:
18 octubre 2021

Clasificación JEL:
Q32; O47; C10

Palabras clave:
Petróleo; Actividad económica; Spillovers; Cambio estructural endógeno; México

Resumen

Estudiamos la interdependencia entre los precios del petróleo y la actividad económica, en México, usando un análisis de spillovers estáticos y dinámicos en los dominios del tiempo y de la frecuencia. Los principales hallazgos muestran, que: 1) Las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica han fluctuado en el tiempo; 2) las variaciones de los precios del petróleo tienen efectos de corto plazo y sus volatilidades, efectos de largo plazo sobre la actividad económica; 3) los precios del petróleo MAYA tienen las mayores interdependencias con la actividad económica; 4) los spillovers netos más altos entre los precios del petróleo y la actividad económica ocurrieron entre abril de 2009 y junio de 2012. El estudio usa series de variaciones y volatilidades mensuales de los precios spot del petróleo MAYA, WTI y Brent y del indicador IGAE, del período de febrero de 1993 a diciembre de 2019.

* Universidad de Guadalajara; § starp2000@yahoo.com



Article information	Abstract
Received: 4 October 2020	We study the interdependence between oil prices and economic activity in Mexico using an analysis of static and dynamic spillovers in the time and frequency domains. The main findings show that: 1) The relationships between oil prices and economic activity have fluctuated over time; 2) variations in oil prices have short-run effects and their volatilities have long-run effects on economic activity; 3) MAYA oil prices have the main interdependences with economic activity; 4) the highest net spillovers between oil prices and economic activity occurred between April 2009 and June 2012. The study uses a series of variations and monthly volatilities of the spot oil prices MAYA, WTI, and Brent, and the IGAE indicator from February 1993 to December 2019.
Accepted: 18 October 2021	
JEL Classification: Q32; O47; C10	
Keywords: Oil; Economic activity; Spillovers; Endogenous structural change; Mexico	

Introducción

El petróleo y sus derivados proveen energía, insumos y productos esenciales para la economía global. Según la Organización de Países Productores de Petróleo (OPEC, por sus siglas en inglés), el petróleo contabilizó más de 31 por ciento de la demanda global de energía en 2018 (OPEC, 2019: 6). Aún más, según la misma organización, el petróleo contabilizará más del 28 por ciento de la demanda global en el año 2040. La importancia económica del petróleo explica por qué sus precios son constantemente monitoreados, analizados y pronosticados por los agentes económicos y financieros de todo el mundo.

La literatura ha estudiado las relaciones entre los precios del petróleo y las actividades económicas desde los años setenta del siglo pasado (Hamilton, 1983; Brown y Yucel, 2002; Barski y Kilian, 2004). En esta literatura, suele aceptarse que los incrementos y los shocks en los precios del petróleo, tienen efectos negativos sobre la actividad económica. Sin embargo, en muchos países en desarrollo, como México, los precios del petróleo han contribuido a definir las políticas fiscales, los saldos de la balanza comercial y las estrategias de desarrollo.¹ Aún más, hay quienes señalan que el crecimiento económico de México ha dependido del petróleo (Colmenares, 2008).

La literatura econométrica que estudia las interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica, suele enfocarse en los países desarrollados que consumen petróleo. Por esta razón, dichos estudios suelen

¹ Según la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, los ingresos presupuestarios del sector público ascendieron a 22.2 por ciento del PIB, durante 2019 (SHCP, 2020: 57). Asimismo, los ingresos petroleros ascendieron a 3.9 por ciento del PIB. Esto significa que, pese a los problemas financieros del monopolio estatal Petróleos Mexicanos (PEMEX), y la caída en su plataforma de producción registrada en 2019, los ingresos petroleros equivalieron al 17.56 por ciento de los ingresos presupuestarios del sector público de ese año.

concluir que hay relaciones inversas entre los precios del petróleo y el crecimiento económico (Narayan et. al., 2014; Mohaddes y Pesaran, 2017; Herrera, Karaki y Rangaraju, 2019). Sin embargo, si se considera que los principales productores de petróleo suelen ser países en desarrollo, dicha conclusión es cuestionable. En este contexto, debe mencionarse que los estudios econométricos para países en desarrollo son relativamente escasos.

En este estudio, se analizan las interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica, en México. El mismo se sustenta en un análisis de *spillovers* estáticos y dinámicos en los dominios del tiempo y de la frecuencia. La investigación utiliza estadísticas descriptivas, pruebas de cambio estructural endógeno, índices de *spillovers* estáticos y dinámicos y su descomposición en rangos de frecuencia de corto, mediano y largo plazos. La muestra analizada incluye series de variaciones mensuales y de volatilidades de los precios del petróleo MAYA, WTI y Brent y del indicador IGAE del período comprendido entre febrero de 1993 y diciembre de 2019.

El estudio complementa la literatura empírica sobre las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica en los países en desarrollo, productores de petróleo. El mismo tiene similitudes metodológicas con los estudios de Blecker (2009), Rodríguez-Benavides y López Herrera (2019) y Zhang et al. (2020).² Sus contribuciones refieren a la caracterización de las mencionadas relaciones en el corto, mediano y largo plazo, considerando precios del petróleo de distintos orígenes y calidades. Particularmente, aquí se utilizan los precios del barril de petróleo de los tipos MAYA, WTI y Brent y el indicador IGAE, como representativos de los precios del petróleo y de la actividad económica.

Las principales diferencias refieren a la naturaleza y periodicidad de las series de tiempo usadas y a la manera de analizar las relaciones de corto y largo plazo. Blecker (2009) y Rodríguez-Benavides y López-Herrera (2019) usan series anuales y trimestrales del PIB, y usan el precio del barril WTI como proxy del precio del petróleo mexicano. Dado que en la investigación aquí planteada se usan series mensuales del IGAE y de los distintos precios de los tipos de petróleo, las series son relativamente más extensas que las utilizadas en los estudios previos. Además, la serie del tipo de petróleo MAYA se usa como representativa del hidrocarburo producido en el país.

2 Zhang et. al. (2020), estudian las interdependencias entre los precios del petróleo, el gas natural, las condiciones de estrés de los mercados financieros y el crecimiento económico de Estados Unidos. Ellos hallan que los shocks se transmiten con mayor velocidad entre las series de volatilidades en comparación con aquellas de los rendimientos. Más aún, ellos muestran que los *spillovers* del petróleo crudo a la actividad económica son relativamente mayores en comparación con las del gas natural.

El análisis de las interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica se sustenta en índices de *spillovers*, en los dominios del tiempo y de la frecuencia, siguiendo la metodología de Zhang et al. (2020). Particularmente, se emplea el enfoque de Diebold y Yilmaz (2012) para calcular índices de *spillovers* direccionales estáticos y dinámicos en el dominio del tiempo. Estos índices miden la proporción del impacto de una variable que es atribuible a los *shocks* en otra. También se emplea el enfoque de Baruník y Křehlík (2018), para descomponer los índices en rangos de frecuencias asociadas con el corto, mediano y largo plazos.³

El estudio se organiza en seis secciones. La sección 2 incluye la revisión de la literatura. La sección 3 plantea la metodología de investigación. La sección 4 describe la base de datos e incluye el análisis estadístico y de cambio estructural endógeno de las series. La sección 5 incluye el análisis de interdependencias mediante índices de *spillovers* en los dominios del tiempo y de la frecuencia para caracterizar las relaciones de corto, mediano y largo plazo entre los precios del petróleo y la actividad económica. Finalmente, la sección 6 sintetiza los hallazgos, discute sus implicaciones y sugiere algunas líneas de investigación para realizar a futuro.

1. Revisión de la literatura

Existe una literatura econométrica relativamente extensa que ha estudiado las relaciones entre los precios del petróleo y las actividades económicas. Esta literatura, como ya se ha mencionado, suele centrarse en los países desarrollados (Brown y Yucel, 2002; Kilian, 2008; Mohaddes y Pesaran, 2017). Los estudios pioneros fueron publicados tras el *shock* de los precios del petróleo ocurrido en 1973 (Barski y Kilian, 2004).⁴ En este contexto, no resulta sorprendente que la mayoría de los estudios concluyan que: los shocks y los incrementos en los precios del petróleo tienen consecuencias negativas sobre las actividades y el crecimiento económico.

Los estudios que se centran en los países desarrollados se clasifican con base en sus líneas de investigación (Brown y Yucel, 2002; Kilian, 2008; Herrera, Karaki y Rangaraju, 2019). La primera línea de investigación estudia los efectos que tienen las variaciones de los precios del petróleo sobre las actividades económicas. La segunda línea estudia los canales mediante los cuales los *shocks* en los precios se transmiten hacia las actividades económicas.

3 Debe destacarse que la suma de los índices de *spillovers* en las distintas frecuencias debe ser igual a los resultados de los índices de *spillovers* en el dominio del tiempo. Por lo tanto, los enfoques en los dominios del tiempo y de la frecuencia resultan ser complementarios entre sí.

4 Los estudios pioneros incluyen aquellos de Pierce y Enzler (1974), Rasche y Tatom (1977), Hamilton (1983) y Ferderer (1996).

La tercera línea estudia el posible debilitamiento de las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica. La última línea estudia las respuestas de las políticas monetaria y energética ante los *shocks* de precios.

La literatura econométrica para los países en desarrollo es mucho menos extensa; sin embargo, hay estudios que confirman que las mencionadas relaciones también son complejas para dichos países. Nasir, et. al. (2018), por ejemplo, muestran que las relaciones son diferentes para los países exportadores e importadores de petróleo; también muestran que los *shocks* de precios del petróleo pueden tener efectos simétricos o asimétricos sobre la producción, la inflación y la balanza de pagos. Además, hay quienes muestran que hay efectos directos e indirectos asociados a dichas relaciones (Perilla-Jiménez, 2010; González y Hernández, 2016).

La literatura econométrica para México sobre las mencionadas relaciones es limitada, pese a que el país es un importante productor de petróleo.⁵ Particularmente, Blecker (2009) halla que los precios del petróleo WTI y un conjunto de cambios estructurales determinaron las tasas de crecimiento del PIB entre 1979 y 2007. Rodríguez-Benavides y López-Herrera (2019), por su parte, hallan que el precio del petróleo WTI incidió sobre el crecimiento económico y la formación bruta de capital fijo entre 1983 y 2017. Más aun, sus hallazgos sugieren que la tasa de crecimiento aumenta cuando hay *shocks* negativos en el precio del petróleo.

Los estudios de Blecker (2009) y Rodríguez-Benavides y López-Herrera (2019) son importantes para analizar las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica. Sin embargo, debe señalarse que sus trabajos tienen limitaciones. Particularmente, Blecker (2009) analiza la relación de largo plazo, suponiendo cambios estructurales en 1988 y 1994. Rodríguez-Benavides y López-Herrera (2019) analizan la relación de corto plazo usando un modelo GARCH bivariado de tipo BEKK. Además, tal como ya se ha mencionado, ambos estudios usan series relativamente cortas del PIB y usan el petróleo WTI como proxy del petróleo mexicano.

En esta investigación, se utilizan algunos indicadores que subsanan las limitaciones mencionadas. Particularmente, se utilizan los precios *spot* del barril de petróleo MAYA como representativos del hidrocarburo producido en

5 La literatura econométrica para México suele estudiar las relaciones del precio del petróleo con diversas variables financieras. Entre estos estudios, se incluyen aquellos de De-Jesús-Gutiérrez, Vergara-González y Díaz-Carreño (2015), Lorenzo-Valdés, Armenta-Fraire y Durán-Vázquez (2016) y Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2019). También hay estudios que vinculan los ingresos del petróleo, el consumo y los precios del petróleo con diversas variables económicas. Entre estos estudios, se incluyen aquellos de Reyes-Loya y Blanco (2008), Ramírez-Pascualli y Hall (2013), Ruiz-Porras y Anguiano-Pita (2015) y Gómez, Ciarreta y Zarraga (2018).

el país y de los principales referentes a nivel internacional (WTI y Brent). Asimismo, se usa el IGAE como proxy de la actividad económica agregada y como insumo para estimar el crecimiento económico. Estas series son relativamente largas porque tienen una periodicidad mensual y porque se recopilan desde hace varios años. Aquí se enfatizan estas características porque las mismas facilitan el análisis econométrico de las series.

La investigación también se justifica desde una perspectiva económica porque, durante el periodo analizado, ocurrieron diversos eventos relevantes para los mercados internacionales de petróleo y los países exportadores de petróleo. Entre estos, se incluyeron: 1) la crisis del efecto Tequila en 1995; 2) la invasión de Irak en 2003; 3) las alzas en los precios del petróleo de 2003 a 2008; 4) la Crisis Financiera Global ocurrida entre 2007 y 2009; 5) la reforma energética en México de 2013 y 2014; 6) la baja en los precios de petróleo entre 2014 y 2016; y, 7) el establecimiento del acuerdo OPEC+ entre 2016 y 2020.

Los eventos relevantes, como los mencionados arriba, pueden inducir cambios estructurales, i.e. quiebres, en las series de los precios del petróleo y la actividad económica. Por esta razón, las fechas de ocurrencia de los cambios estructurales no necesariamente suelen ser conocidas a priori.⁶ Los cambios estructurales, además, generan problemas para evaluar la existencia de relaciones de largo plazo en las series.⁷ Se enfatizan aquí estas consideraciones porque las mismas justifican el uso de las pruebas de cambio estructural endógeno y del análisis de interdependencias usando índices de *spillovers* en los dominios del tiempo y de la frecuencia.

La metodología empleada aquí para construir los índices de *spillovers* utiliza series de variaciones y volatilidades mensuales de los precios del petróleo y la actividad económica. Se usan ambos tipos de series porque hay estudios que validan la conveniencia de considerar la existencia de relaciones diferenciadas entre cada momento de las variables⁸. Particularmente, se sigue la propuesta de Zhang et al. (2020), para descomponer los índices de *spillovers* en

6 Las pruebas de cambio estructural exógeno y endógeno se utilizan para evaluar la existencia de cambios estructurales en las series de datos. Las primeras suponen que las fechas de ocurrencia de los cambios son conocidas; las segundas no hacen este supuesto. Véase Maddala y Kim (1998) para una introducción a las mencionadas pruebas.

7 Tradicionalmente, la existencia de relaciones de largo plazo se evalúa mediante pruebas de cointegración (Johansen, 1988 y 1995); sin embargo, dichas pruebas asumen que las series no manifiestan cambios estructurales. Existen algunos estudios que han propuesto pruebas cuando hay cambios estructurales; particularmente, Johansen, Mosconi y Nielsen (2002) desarrollan pruebas de cointegración considerando la existencia de cambios estructurales. Sin embargo, su análisis supone que las fechas de ocurrencia son conocidas y que hay una tendencia determinística.

8 Véase los estudios de Diebold y Yilmaz (2012), Lovcha y Pérez-Laborda (2020) y Zhang et al. (2020).

frecuencias de corto, mediano y largo plazo. El análisis de las frecuencias permite develar los mecanismos de propagación de *shocks* entre las variables en términos de su dirección y persistencia.⁹

La revisión de la literatura contextualiza esta investigación sobre las relaciones de los precios del petróleo y la actividad económica. Si bien se han enfatizado las razones metodológicas, debe señalarse que esta investigación también se justifica por la relativa falta de estudios sobre dichas relaciones, para países en desarrollo exportadores de hidrocarburos. Asimismo, se justifica por la necesidad de complementar la literatura sobre las mencionadas relaciones para México. Aquí, se enfatizan esas consideraciones, ya que motivan la investigación y su enfoque metodológico.

2. Metodología de investigación

Esta investigación comprende cuatro tipos de análisis para estudiar las interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica en México. El primero es el análisis estadístico de las series de rendimientos y volatilidades de los precios del petróleo y la actividad económica. El segundo es el análisis de cambio estructural endógeno. El tercero es el análisis de interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica en el dominio del tiempo. Finalmente, el cuarto es la descomposición de los *spillovers* en rangos de frecuencias de corto, mediano y largo plazo. En este contexto, cabe señalar que los mencionados análisis son relativamente independientes y complementarios entre sí.

El análisis estadístico se utiliza para describir las series de precios nominales del petróleo y de la actividad económica.¹⁰ El mismo se sustenta en gráficas, estimaciones de estadística descriptiva, pruebas de normalidad Jarque-Bera, raíces unitarias y de efectos ARCH. Particularmente, la estadística descriptiva y las pruebas de normalidad se utilizan para describir las características de las distribuciones de probabilidad de las series. Las pruebas de raíces unitarias se usan para establecer el orden de integración de las series y seleccionar aquellas idóneas para el análisis de interdependencias. Particularmente, aquí se

9 En este contexto, el hallazgo de la predominancia de la transmisión de *spillovers* en frecuencias altas supone que los mismos se refieren a fluctuaciones de corto plazo. Por el contrario, la predominancia de los mismos en bajas frecuencias supone que estos se relacionan con fluctuaciones de largo plazo, con efectos persistentes en la variable receptora.

10 El uso de series de precios nominales puede ser argumentable en virtud de que el indicador IGAE se define en términos de un año base. Sin embargo, aquí se sigue esta práctica por consistencia con otros estudios. Hamilton (2003), por ejemplo, caracteriza la relación entre los precios del petróleo y la producción real de Estados Unidos usando series nominales del precio del petróleo. Asimismo, el análisis aquí presentado se replicó usando series deflactadas y se obtuvieron resultados cuantitativamente similares. Los mismos se encuentran disponibles si se solicitan a los autores.

consideran las pruebas ADF propuestas por Dickey y Fuller (1979). Finalmente, las pruebas de efectos ARCH se basan en la propuesta de Engle (1982), y se usan para determinar la persistencia de la volatilidad en las series analizadas¹¹.

El análisis de cambio estructural endógeno utiliza las pruebas propuestas por Perron, Yamamoto y Zhou (2020). Estas pruebas permiten hallar múltiples quiebres, i.e., cambios estructurales en las series de datos. Más aún, permiten identificar las fechas de ocurrencia de los quiebres de forma endógena, i.e., a partir de la información de los mismos datos. Particularmente, las pruebas Perron-Yamamoto-Zhou (PYZ) permiten hallar quiebres individuales y conjuntos en la media y la varianza de una serie.¹² La hipótesis nula de las pruebas analiza de forma iterativa la existencia de quiebres condicionados a cambios en la media y/o la varianza de las series.¹³

El análisis de interdependencias en los dominios del tiempo y de la frecuencia se utiliza para estudiar las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica agregada. Particularmente, en ese análisis, se emplea la metodología de Diebold y Yilmaz (2009, 2012) -en adelante DY- para estimar índices de *spillovers* en el dominio del tiempo. Los mencionados índices permiten estimar el impacto de los *shocks* de los precios de petróleo sobre la actividad económica. Además, se emplea la metodología de Barunik y Křehlík (2018) -en adelante BK- para descomponer los índices en rangos de frecuencias asociadas al corto, mediano y largo plazos.

La metodología DY se utiliza para calcular los índices de *spillovers* totales y direccionales. Esta metodología se sustenta en la estimación de funciones de impulso-respuesta generalizadas (Koop et al., 1996; Pesaran y Shin, 1998). Se usan estas funciones porque, a diferencia de las funciones impulso-respuesta tradicionales, las mismas no dependen del ordenamiento de las variables de los modelos VAR que les dan origen. Particularmente, las mencionadas funciones

11 Particularmente, aquí se emplea esta prueba para validar el uso de modelos Generalizados Autorregresivos de Heterocedasticidad Condicional (GARCH) para la estimación de las series de volatilidades mensuales de los precios del petróleo.

12 Metodológicamente, la mayoría de las pruebas de cambio estructural suponen que los quiebres pueden ocurrir en la media o en la varianza. Sin embargo, ignorar la posibilidad de que dichos quiebres puedan suceder de forma conjunta, puede inducir sesgos potenciales de estimación (Perron y Yamamoto, 2019). Particularmente, las pruebas PYZ usadas aquí consideran la potencial existencia de quiebres individuales en la media o en la varianza y quiebres conjuntos.

13 Las pruebas de cambio estructural endógeno YPZ requieren que las series analizadas sean estrictamente estacionarias. En este contexto, Perron, Yamamoto y Zhou (2020) explicitan los ajustes que deben hacerse a las series cuando las mismas presentan heteroscedasticidad, correlación serial y distribuciones condicionales no normales.

se utilizan para sustentar el análisis direccional de la transmisión de *shocks* entre variables.¹⁴

La metodología BK se emplea para estimar los mismos índices de *spillovers* usando la descomposición espectral de la varianza de los modelos VAR. La descomposición espectral permite medir hasta qué punto la incertidumbre de una determinada variable en una frecuencia (o rango de frecuencias), se debe a las perturbaciones de las demás variables del VAR¹⁵. Los índices de *spillovers* asociados a diferentes frecuencias permiten estudiar las velocidades de respuesta de la actividad económica ante *shocks* en los precios del petróleo. Más aún, permiten evaluar si dichos *shocks* tienen efectos en el corto, mediano y largo plazos.

La estimación de los índices de *spillovers* totales y direccionales se realiza en tres fases. En la primera fase, se calculan los índices mediante un procedimiento estático que considera todas las observaciones de la muestra. En la segunda fase, se calculan los mismos indicadores de forma dinámica estimando modelos VAR en un contexto de ventanas móviles. Particularmente, cada ventana móvil incluye N subconjuntos de m observaciones temporales¹⁶. Así, y para cada ventana, se reestiman los índices de *spillovers* (enfoque de dominio en el tiempo). Finalmente, en la tercera fase, se descomponen los índices empleando la metodología BK.

Metodológicamente, el análisis de los índices de *spillovers* tiene varias características deseables. El análisis dinámico permite estudiar las fluctuaciones de las interrelaciones entre las variables. Las ventanas móviles, además, reducen los potenciales sesgos en las estimaciones debidos a cambios estructurales. Por otra parte, la descomposición de los índices en rangos de frecuencias permite identificar si las fluctuaciones tienen efectos de corto, mediano y largo plazo en las interrelaciones. Sin embargo, debe mencionarse que el análisis también tiene algunas limitaciones, porque las ventanas y las frecuencias se definen de manera subjetiva.

Finalmente, no sobra señalar que la metodología empleada aquí tiene algunas limitaciones. Las principales son las siguientes: 1) Los valores críticos de las pruebas YPZ pueden ser inadecuados para determinar las fechas de los quiebres si las series manifiestan persistencia estadística; 2) el tamaño de las

14 Para una descripción más detallada, sobre los métodos de cálculo de los índices de *spillovers* propuestos por la metodología de Diebold y Yilmaz (2012), véase el Apéndice A1.

15 Véase el Apéndice A2, para una descripción detallada del cálculo de los índices de *spillovers* propuestos por Barunik y Krehlik (2018).

16 El número de ventanas de la muestra, N , se define por $N = T - m + 1$; donde T es el número total de observaciones de la muestra, mientras que m es el número de observaciones de cada ventana. Particularmente, aquí $T = 323$, $m = 48$ y $N = 276$.

ventanas y las frecuencias para calcular los índices de *spillovers* dinámicos se establece *a priori*; 3) los valores altos y bajos de las magnitudes y variabilidades de los *spillovers* se establecen de manera relativa; y, 4) los modelos VAR estimados requieren de parámetros definidos de manera relativamente subjetiva.¹⁷

3. Base de datos y análisis estadístico

La base de datos utilizada aquí se integra por series de variaciones y volatilidades mensuales del indicador IGAE y de los precios del petróleo de los tipos MAYA, WTI y Brent. El periodo estudiado abarca de febrero de 1993 a diciembre de 2019. El IGAE utiliza como referencia el año 2013 y se considera ajustado por variaciones estacionales. Por su parte, los precios del petróleo se miden en dólares nominales por barril, sin ajustes estacionales.¹⁸ La tabla 1 muestra las series de datos y sus fuentes. Las series de variaciones mensuales corresponden a las primeras diferencias de los datos originales en logaritmos, i.e., $r_t = (\ln P_t - \ln P_{t-1}) * 100$.

Las series de volatilidades de los precios del petróleo se estimaron a través de la especificación de modelos $ARMA(p, q) - GARCH(1,1)$, que pueden representarse mediante las siguientes expresiones:

$$r_t = \mu + \sum_{i=1}^p \phi_i r_{t-p} + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$h_t = \omega + \alpha h_{t-1} + \beta \varepsilon_{t-1}^2$$

donde r_t son las series de variaciones mensuales del IGAE y los precios del petróleo y h_t es la ecuación que define la varianza condicional. La estimación de la varianza condicional asume una distribución de probabilidad t de Student para las perturbaciones.

17 La estimación de la descomposición de la varianza del error de pronóstico, mediante modelos VAR, requiere la especificación del número de rezagos del sistema y el número de periodos H – adelante del error de pronóstico. Por consistencia con la literatura, en esta investigación, se emplea el criterio de información de Schwarz-Bayesiano (BIC) para seleccionar el orden de rezagos del VAR. Asimismo, siguiendo a Zhang et al. (2020), se considera un horizonte de pronóstico, de 100 periodos hacia adelante.

18 Previo al análisis estadístico se analizó la conveniencia de ajustar la posible estacionalidad de las series originales de precios del petróleo usando el procedimiento X-13 ARIMA. Sin embargo, los resultados no mostraron evidencia significativa de estacionalidad. Por razones de espacio, estos resultados no se presentan aquí, pero se encuentran disponibles si se les solicitan a los autores.

Tabla 1
Series utilizadas y fuentes de información

Variable	Abreviatura	Unidad de medida	Fuente
Indicador Global de la Actividad Económica	IGAE	Índice	INEGI
Precio spot del tipo de petróleo Maya	MAYA	USD por barril	EIA
Precio spot del tipo de petróleo Western Texas Intermediate	WTI	USD por barril	EIA
Precio spot del tipo de petróleo Brent	BRENT	USD por barril	EIA

Notas: El indicador IGAE está expresado en términos reales (Base 2013=100) y ajustado estacionalmente. Los precios *spot* de los tipos de petróleo consideran el costo de importación *Free-on-Board* (FOB) por barril a Estados Unidos, y se expresan en dólares nominales sin ajustes estacionales. EIA se refiere a la Administración de Información Energética (*Energy Information Administration*, por sus siglas en inglés). Las series analizadas comprenden datos mensuales para el período de febrero de 1993 a diciembre de 2019. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2
Estadísticas descriptivas de las series de variaciones y volatilidades mensuales

Estadístico	Variaciones mensuales				Volatilidades			
	IGAE	MAYA	WTI	Brent	IGAE	MAYA	WTI	Brent
Promedio	0.1847	0.4659	0.3549	0.4190	-0.3144	2.1725	2.0472	2.1020
D.E.	0.8400	9.7485	8.2333	8.6869	0.2082	0.2425	0.1547	0.2511
Mínimo	-6.1635	-42.7143	-33.1981	-31.0955	-0.5307	1.7967	1.8270	1.5795
Máximo	3.9371	33.4472	21.3866	20.0671	0.9427	3.0316	2.7752	2.9136
Sesgo	-1.3236	-0.7568	-0.7085	-0.7336	2.6314	0.9074	1.5306	0.5022
Curtosis	14.8808	5.1829	4.4466	4.1376	12.1276	3.6196	6.0582	3.1012
Jarque-Bera	1994.008	94.9617	55.1862	46.3851	1494.01	49.4889	251.9963	13.7130
P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0065
ADF	-6.7289	-7.8291	-7.3499	-7.1142	-4.2665	-3.8488	-4.11681	-3.5168
P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0169	0.0000	0.0414
ARCH (5)	1490.706	185.1192	187.8857	151.9497	0.1153	4.0500	2.3293	2.4640
P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9839	0.1695	0.4029	0.3775
Obs.	323	323	323	323	323	323	323	323

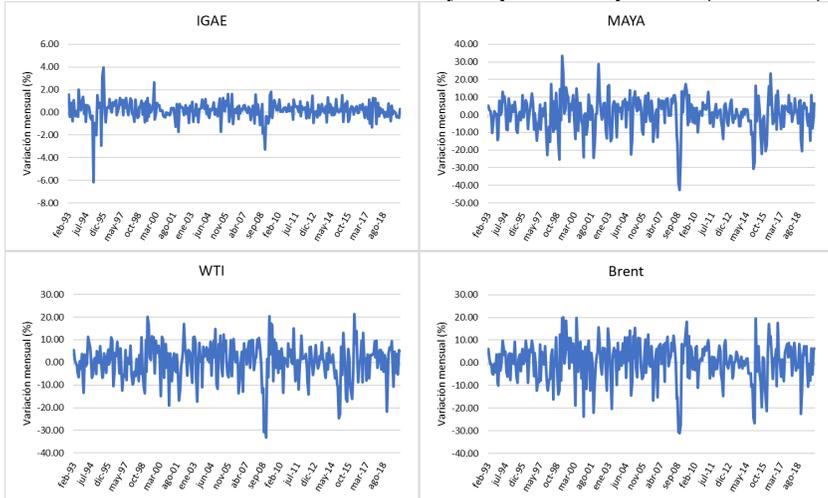
Notas: Las series de variaciones mensuales son aquellas de las primeras diferencias de los valores originales expresados en logaritmos. Las series de volatilidades fueron estimadas mediante un modelo ARMA(p,q)-GARCH(1,1), que considera una distribución de probabilidad condicional t de Student para las perturbaciones. La hipótesis nula de las pruebas de normalidad de Jarque-Bera es que las series se distribuyen normalmente. ADF se refiere a las pruebas de raíz unitaria propuestas por Dickey y Fuller (1979). ARCH(5) se refiere a las pruebas de multiplicadores de Lagrange para efectos ARCH propuestas por Engle (1982). Dichas pruebas consideran cinco rezagos de cada serie. Las series analizadas comprenden datos mensuales para el período comprendido entre febrero de 1993 a diciembre de 2019. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

La tabla 2 muestra las estadísticas descriptivas y las pruebas de estacionariedad de las series de variaciones y volatilidades mensuales. La tabla muestra que las series manifiestan ciertas regularidades: 1) las medias de las series de los precios del petróleo MAYA son más altas que las correspondientes a los tipos de petróleo WTI y Brent; 2) los precios del petróleo son relativamente más

volátiles que el IGAE; 3) todas las series son estacionarias de acuerdo con los resultados de las pruebas ADF; 4) las series de variaciones mensuales presentan altas curtosis y clusters de volatilidad¹⁹; y, 5) no existe evidencia de efectos ARCH en las series de las volatilidades.

La figura 1 muestra las series de variaciones mensuales. Particularmente, la figura muestra que las series de precios del petróleo y del IGAE tuvieron dinámicas similares. Las variaciones mensuales en los precios del petróleo MAYA oscilaron entre -42.71 y 33.44%. Las variaciones de los precios del petróleo WTI oscilaron entre -33.19 y 21.38%. Las variaciones de los precios del petróleo Brent oscilaron entre -31.09 y 20.06%. La figura también sugiere la existencia de dinámicas atípicas en la serie del IGAE alrededor de 1995 y 2009. Además, la figura sugiere la existencia de dinámicas atípicas en las series de los precios del petróleo, alrededor de 2009.

Figura 1
Series de variaciones mensuales del IGAE y los precios del petróleo (1993-2019)



Notas: Las series de variaciones mensuales corresponden a las primeras diferencias de los valores originales en logaritmos. Las series comprenden datos para el período de febrero de 1993 a diciembre de 2019. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

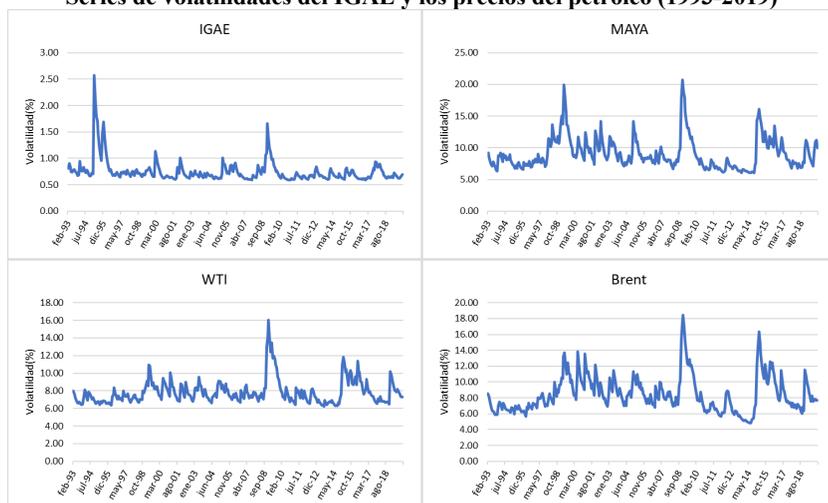
La figura 2 muestra las series de las volatilidades mensuales. Las volatilidades del IGAE oscilaron entre 0.58 y 2.56%. Las volatilidades de los precios del petróleo MAYA oscilaron entre 6.02 y 20.73%. Las volatilidades de los precios del petróleo WTI oscilaron entre 6.21 y 16.04%. Las volatilidades de los precios del petróleo Brent oscilaron entre 4.85 y 18.42%. En la figura 2,

¹⁹ Los resultados de las pruebas de efectos ARCH(5) sugieren patrones de persistencia en la volatilidad de las series variaciones mensuales de los precios del petróleo y el IGAE.

también se confirma la existencia de dinámicas atípicas en la serie del IGAE, alrededor de 1995. Asimismo, en la figura 2, se sugiere la existencia de dinámicas atípicas en las series de los precios del petróleo, alrededor de 2008 y 2009.

La tabla 3 muestra los resultados de las pruebas de cambio estructural endógeno YPZ de las series de variaciones mensuales del IGAE y los precios del petróleo.²⁰ La tabla muestra que, de acuerdo con el estadístico $UDMaxLR_{4,T}$, las series de variaciones mensuales del IGAE y del petróleo Brent manifiestan quiebres significativos. La evidencia muestra la ocurrencia de quiebres conjuntos en la media y varianza de la serie del IGAE durante julio de 2009. Asimismo, muestra un quiebre en la varianza en diciembre de 1995. Los quiebres, cabe señalar, se registran durante la Crisis del Efecto Tequila (1994-1995) y la Crisis Financiera Global (2007-2009).

Figura 2
Series de volatilidades del IGAE y los precios del petróleo (1993-2019)



Notas: Las series de volatilidades corresponden a la varianza condicional estimada a partir de modelos $ARMA(p, q) - GARCH(1,1)$, que consideran una distribución de probabilidad condicional t de Student para las perturbaciones. Dichas estimaciones consideran, a su vez, las series de variaciones mensuales de las mismas variables. Las series estimadas comprenden datos para el período de febrero de 1993 a diciembre de 2019. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI y EIA.

Los principales hallazgos muestran que: 1) las medias de las series de los precios del petróleo MAYA son más altas que las correspondientes a los tipos

²⁰ Los resultados de todos los estadísticos que conforman las pruebas YPZ de cada serie de datos se presentan en el Apéndice A3.

de petróleo WTI y Brent; 2) los precios del petróleo son más volátiles que el IGAE; 3) todas las series son estacionarias y pueden ser usadas en el análisis de interdependencias; 4) la evidencia muestra cambios estructurales individuales y conjuntos en la media y en la varianza de la serie de variaciones del IGAE y en la media de la serie de variaciones de los precios del petróleo Brent; y, 5) los quiebres de la serie del IGAE se registran durante la Crisis del Efecto Tequila y la Crisis Financiera Global.

Tabla 3
Pruebas de cambio estructural endógeno múltiple en media y varianza YPZ de las series de variaciones mensuales

Variable	Estadístico $UDmaxLR_{4,T}$	Número óptimo de quiebres		Fechas de quiebre	
		Media	Varianza	Media	Varianza
IGAE	9.3511 *	1	2	2009M07	1995M12; 2009M07
MAYA	6.1212	0	0		
WTI	5.8945	0	0		
Brent	7.6584	1	0	1997M01	

Notas: La hipótesis nula asociada al estadístico $UDmaxLR_{4,T}$ supone que no existe ningún cambio estructural en media y/o varianza. Las pruebas consideran la serie de variaciones mensuales del IGAE y de los precios del petróleo MAYA, WTI y Brent. Las pruebas analizan la existencia de cambios estructurales parciales en un proceso AR (1). Las pruebas suponen que solo pueden ocurrir un máximo de tres quiebres en media y/o varianza. El número de observaciones mínimo de cada segmento analizado se fijó en $\varepsilon=0.10$. Las pruebas consideran la existencia de autocorrelación serial en los términos de error, a partir del uso de estimadores HAC de las matrices de varianza-covarianza siguiendo el método híbrido propuesto por Perron, Yamamoto y Zhou (2020). El número de asteriscos (*, ** y ***) se refiere a la significancia de los estadísticos calculados a niveles de 10,5 y 1 por ciento, respectivamente. Las pruebas fueron estimadas en Matlab 2020b, usando los códigos disponibles para descarga gratuita en la página personal en internet de Pierre Perron (<http://blogs.bu.edu/perron/files/2020/09/quan200095-sup-0001-dataandprograms.zip>).

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y EIA.

4. Análisis de interdependencias en los dominios del tiempo y de la frecuencia

En esta sección, se presenta el análisis de interdependencias calculadas en los dominios del tiempo y de la frecuencia para las series de los precios del petróleo y del indicador IGAE. Los índices de *spillovers* estáticos y dinámicos se calculan usando dos modelos VAR independientes. Particularmente, el primer modelo usa las series de variaciones mensuales; mientras que, el segundo modelo usa las series de volatilidades estimadas mediante los modelos GARCH, usados en la sección previa. Además, las especificaciones de los

modelos se validan usando pruebas de autocorrelación de residuales y de estabilidad.²¹

El análisis de interdependencias en el dominio de la frecuencia descompone los índices de *spillovers* en tres diferentes componentes. Siguiendo el enfoque de Zhang et. al. (2020), el primer componente incluye las frecuencias de corto plazo asociadas a períodos de uno a tres meses. El segundo incluye las frecuencias de mediano plazo asociadas a períodos de tres a seis meses. El tercer componente incluye las frecuencias de largo plazo, i.e., mayores a seis meses. Las estimaciones de los índices de *spillovers* asumen horizontes de pronóstico largos, $H = 100$ meses, siguiendo la propuesta de Baruník y Křehlík (2018).

El análisis de interdependencias estático se sustenta en las tablas de conectividad de Diebold y Yilmaz (2009,2012). La diagonal principal de dichas tablas mide los *spillovers* propios de cada variable. Los elementos fuera de la diagonal principal miden los *spillovers* cruzados entre las variables. La suma de los elementos de las filas, excluyendo la diagonal principal, muestra los *spillovers* recibidos de las otras variables en el sistema. De forma análoga, la suma de los elementos de cada columna equivale a la contribución de una variable a las otras contenidas en el sistema. El índice de *spillover* indicado en negritas se obtiene a partir del promedio de la última fila.

La tabla 4 muestra las tablas de conectividad de las series de los precios del petróleo y del IGAE en el dominio del tiempo. La tabla muestra que el índice de *spillover* total de las series de variaciones mensuales es mayor (49.25%) al de las series de volatilidades (26.96%). La tabla muestra que la suma de contribuciones de los *spillovers* de los tipos de petróleo al IGAE asociada a las series de volatilidades (17.51%) es mayor que la asociada a la suma de las series de variaciones mensuales (7.93%). Los *shocks* de los precios del petróleo, por tanto, tienden a transmitirse más rápido al IGAE en términos de volatilidades.

Los *spillovers* direccionales muestran que las contribuciones de *spillovers* de los tipos del petróleo al IGAE dependen de las series consideradas en el análisis. Particularmente, las series de variaciones registran que las mayores contribuciones se asocian, de manera decreciente, con los tipos de petróleo WTI (3.04%), Brent (2.89%) y MAYA (2.00%). Las series de volatilidades registran que las mayores contribuciones se asocian con los tipos de petróleo

21 Los modelos usados aquí para calcular los índices de *spillovers* de las series de variaciones y volatilidades mensuales corresponden a un VAR(3). El orden de rezagos fue seleccionado para evitar problemas de autocorrelación serial. El modelo que usa las series de variaciones mensuales para el análisis estático incluye variables dicotómicas exógenas de impulso para los meses de diciembre de 1995 y julio de 2009.

MAYA (10.31%), WTI (4.99%) y Brent (2.21%). Estos hallazgos implican que las actividades económicas no responden de manera uniforme ante los *shocks* que afectan a los precios del petróleo.

Tabla 4
Índices de *spillovers* estáticos en el dominio del tiempo

Panel (A): Índices de *spillovers* de las series de variaciones mensuales.

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	92.08	2.00	3.04	2.89	7.93
Maya	0.30	38.27	30.14	31.29	61.73
WTI	0.65	30.46	36.45	32.44	63.55
Brent	0.49	31.29	31.99	36.24	63.77
Contribución a otros	1.44	63.75	65.17	66.62	49.25

Panel (B): Índices de *spillovers* de las series de volatilidades mensuales.

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	82.49	10.31	4.99	2.21	17.51
MAYA	1.18	64.82	19.61	14.40	35.19
WTI	0.52	6.76	73.56	19.16	26.44
Brent	0.92	9.00	18.76	71.32	28.68
Contribución a otros	2.62	26.07	43.36	35.77	26.96

Notas: La estimación de los índices de *spillovers* considera el enfoque en el dominio del tiempo propuesto por Diebold y Yilmaz (2012). El modelo VAR subyacente a la estimación de los índices de *spillovers* de las variaciones mensuales considera una constante y variables dicotómicas de impulso en los meses de diciembre de 1995, enero de 1997 y julio de 2009 como regresores exógenos. Los modelos estimados emplean series de datos mensuales para el período comprendido entre febrero de 1993 y diciembre de 2019. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

La tabla 5 muestra los resultados de la descomposición de los índices de *spillovers* en el dominio de la frecuencia. La tabla muestra que las contribuciones agregadas de *spillovers* de las series de variaciones y volatilidades de los precios del petróleo al IGAE tienden patrones de comportamiento similares en el tiempo. Así, en ambos casos, las contribuciones crecen entre el corto plazo y el largo plazo tras un ajuste al crecimiento durante el mediano plazo. Además, la tabla muestra que las contribuciones asociadas a las series de variaciones superan a sus contrapartes asociadas a las series de volatilidades en todas las frecuencias consideradas.²²

²² El Panel A muestra que las contribuciones de *spillovers* de las series de variaciones asociadas a las frecuencias de corto, mediano y largo plazos ascienden, respectivamente, al 3.24, 0.86 y 3.92%. El Panel B, por su parte, muestra que las contribuciones de *spillovers* de

Tabla 5
Índices de spillovers estáticos en el dominio de la frecuencia

Panel (A): Spillovers de las series de variaciones mensuales

Frecuencia: 1 a 3 meses (Corto plazo)

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	63.22	0.88	1.20	1.16	3.24
MAYA	0.13	18.09	14.03	14.15	28.31
WTI	0.28	13.48	17.77	14.97	28.73
Brent	0.23	15.78	16.56	19.17	32.57
Contribución a otros	0.64	30.14	31.79	30.28	23.21

Frecuencia: 3 a 6 meses (Mediano plazo)

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	11.10	0.20	0.32	0.34	0.86
MAYA	0.09	9.50	7.82	7.91	15.82
WTI	0.19	7.49	8.64	7.66	15.34
Brent	0.13	6.85	7.07	7.56	14.05
Contribución a otros	0.41	14.54	15.21	15.91	11.52

Frecuencia: 6 meses a infinito (Largo plazo)

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	17.67	0.96	1.54	1.42	3.92
MAYA	0.09	10.71	8.26	9.22	17.57
WTI	0.18	9.49	10.04	9.82	19.49
Brent	0.13	8.67	8.35	9.51	17.15
Contribución a otros	0.40	19.12	18.15	20.46	14.53

Panel (B): Spillovers de las series de volatilidades

Frecuencia: 1 a 3 meses (Corto plazo)

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	9.04	0.12	0.41	0.37	0.90
MAYA	0.10	5.09	0.06	0.08	0.24
WTI	0.09	0.20	13.28	0.49	0.78
Brent	0.04	0.11	0.08	3.63	0.23
Contribución a otros	0.23	0.43	0.55	0.94	0.54

Frecuencia: 3 a 6 meses (Mediano plazo)

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	9.14	0.31	0.42	0.04	0.77
MAYA	0.03	4.86	0.23	0.21	0.47
WTI	0.03	0.07	11.94	0.60	0.70
Brent	0.01	0.21	0.11	3.33	0.33
Contribución a otros	0.07	0.59	0.76	0.85	0.57

las series de volatilidades asociadas a las frecuencias de corto, mediano y largo plazos ascienden, respectivamente, al 0.90, 0.77 y 15.83%.

Frecuencia: 6 meses a infinito (Largo plazo)

	IGAE	MAYA	WTI	Brent	De otros
IGAE	64.32	9.88	4.16	1.79	15.83
MAYA	1.05	54.87	19.31	14.10	34.46
WTI	0.39	6.49	48.34	18.07	24.95
Brent	0.88	8.68	18.57	64.36	28.13
Contribución a otros	2.32	25.05	42.04	33.96	25.84

Notas: La estimación de los índices de *spillovers* considera el enfoque en el dominio de frecuencias propuesto por Baruník y Křehlík (2018). Los modelos VAR subyacentes a las estimaciones consideran un horizonte de pronóstico $H = 100$ meses. Las estimaciones consideran las series de variaciones y volatilidades mensuales para el período comprendido entre febrero de 1993 y diciembre de 2019. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

Las mayores contribuciones desagregadas de *spillovers* de los tipos del petróleo al IGAE dependen del dominio de la frecuencia. Particularmente, las mayores contribuciones en las series de variaciones de corto, mediano y largo plazo corresponden, respectivamente, a los tipos de petróleo WTI (1.20%), Brent (0.34%) y WTI (1.54%). Las contribuciones en las series de volatilidades corresponden, respectivamente, a los tipos de petróleo WTI (0.41%), WTI (0.42%) y MAYA (9.88). Estos hallazgos implican que hay distintas velocidades de propagación y de persistencia de los shocks de los precios del petróleo, a la actividad económica.

El análisis estático de las interdependencias entre los precios del petróleo y el IGAE asume que las relaciones son estables en el tiempo. Sin embargo, dicho supuesto es cuestionable por la naturaleza de las variables y el período analizado. Por esta razón, aquí se incluye el análisis de interdependencias dinámico que considera la estimación de los índices de *spillovers* mediante ventanas móviles de 48 meses²³. Las ventanas capturan las fluctuaciones cíclicas y los eventos atípicos que podrían alterar las interdependencias. Por complementariedad, el análisis dinámico incluye estimaciones de los índices de *spillovers* en los dominios del tiempo y de la frecuencia.

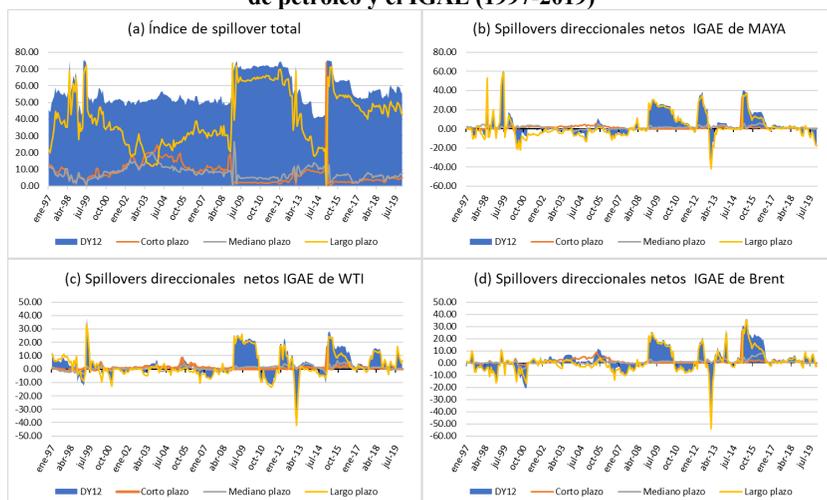
La figura 3 muestra las estimaciones de los índices de *spillovers* total y direccionales netos de las series de variaciones mensuales de los precios del petróleo y el IGAE. El Panel A muestra la dinámica temporal del índice de *spillover* total. La gráfica muestra que los valores del índice oscilaron entre 48.72% (marzo de 1998) y 74.99% (abril de 2009). La descomposición del índice muestra que las contribuciones asociadas a las frecuencias de corto y largo plazos definen en mayor medida al índice de *spillover* total. Además, la

23 Para probar la robustez de las estimaciones también se calcularon los índices considerando ventanas de 36 y 60 meses y se obtuvieron resultados cuantitativamente similares. Por razones de espacio dichos resultados no se incluyen aquí, pero se encuentran disponibles si se solicitan a los autores.

figura confirma que las contribuciones asociadas a las frecuencias de largo plazo crecieron, significativamente, durante la Crisis Financiera Global.

Los tres paneles restantes muestran las dinámicas de los *spillovers* netos entre las series de variaciones mensuales de los precios del petróleo y el IGAE. Las gráficas muestran que el IGAE generalmente es receptor neto de *spillover* de las variaciones de los precios del petróleo. Particularmente, el valor promedio más alto de dichos índices corresponde al del petróleo MAYA (6.61%), seguido por el del WTI (6.54%) y el Brent (5.42%). Las mismas gráficas también muestran que los índices de *spillovers* de los tres tipos de petróleo registraron sus valores más altos durante el periodo comprendido entre abril de 2009 y junio de 2012²⁴.

Figura 3
Índices de *spillovers* dinámicos de las series de variaciones mensuales de los tipos de petróleo y el IGAE (1997-2019)



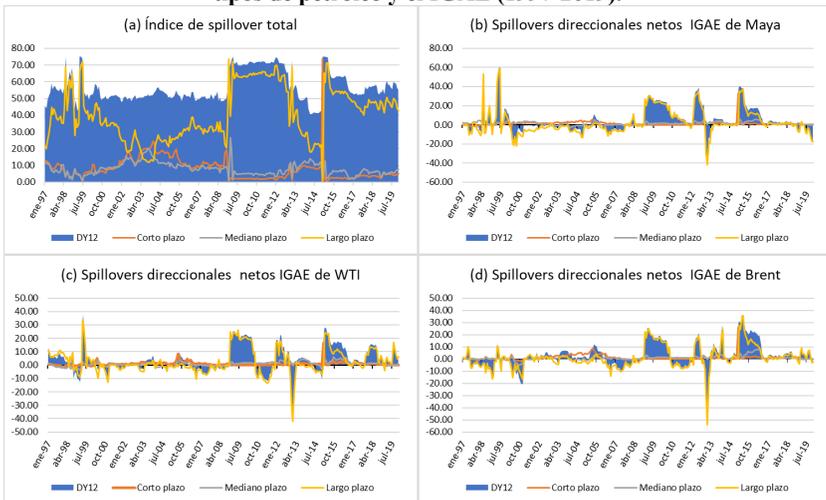
Notas: DY12 se refiere a los índices de *spillovers* calculados siguiendo la metodología de Diebold y Yilmaz (2012) en el dominio del tiempo. Las bandas de frecuencias de corto, mediano y largo plazo fueron estimadas siguiendo la metodología de Barunik y Křehlík (2018). Las bandas de corto plazo (naranja) corresponde a las frecuencias de 1 a 3 meses. Las bandas de mediano plazo (gris) corresponde a las frecuencias de 3 a 6 meses. Las bandas de largo plazo (amarillo) corresponde a las frecuencias de 6 meses a infinito. Los índices se estiman mediante un modelo VAR (3) con ventanas móviles de 48 meses y un horizonte de pronóstico del error de la varianza $H = 100$. Las series de *spillovers* comprenden

24 Los valores históricos más altos de los índices de *spillovers* netos de las series de variaciones mensuales entre el IGAE y los tipos de petróleo corresponden al registrado por el WTI (46.29%) durante abril de 2009, seguido por el del MAYA (28.44%) en junio de 2012 y el del Brent (25.46%) en octubre de 2011.

observaciones de las variaciones mensuales de los precios del petróleo y el IGAE para el período de enero de 1997 a diciembre de 2019.

La figura 4 muestra las estimaciones de los índices de *spillovers* total y direccionales netos de las series de volatilidades mensuales de los precios del petróleo y el IGAE. El Panel A muestra el comportamiento del índice de *spillover* total durante el período analizado. La gráfica muestra que los valores del índice oscilaron entre 40.54% (abril de 2014) y 75.01% (febrero de 2015). La descomposición del índice muestra que las contribuciones asociadas a las frecuencias de largo plazo definen en mayor medida al índice de *spillover* total. Por tanto, la mayor parte de los *spillovers* en las series de volatilidades ocurren en las frecuencias de largo plazo.

Figura 4
Índices de *spillovers* dinámicos de las series de volatilidades mensuales de los tipos de petróleo y el IGAE (1997-2019).



Notas: DY12 se refiere a los índices de *spillovers* calculados siguiendo la metodología de Diebold y Yilmaz (2012) en el dominio del tiempo. Las bandas de frecuencia de corto, mediano y largo plazo fueron estimadas siguiendo la metodología de Baruník y Křehlík (2018). Las bandas de corto plazo (naranja) corresponde a las frecuencias de 1 a 3 meses. Las bandas de mediano plazo (gris) corresponde a las frecuencias de 3 a 6 meses. La banda de largo plazo (amarillo) corresponden a las frecuencias de 6 meses a infinito. Los índices se estiman mediante un modelo VAR(3) con ventanas móviles de 48 meses y un horizonte de pronóstico del error de la varianza $H = 100$. Las series de *spillovers* comprenden observaciones de las volatilidades mensuales de los precios del petróleo y el IGAE para el período de enero de 1997 a diciembre de 2019.

Los tres paneles restantes muestran las dinámicas de los *spillovers* netos entre las series de volatilidades de los precios del petróleo y el IGAE. Las gráficas asociadas a las series de volatilidades tienen una mayor variabilidad que las

correspondientes a las series de variaciones mensuales; particularmente, los mayores índices promedio de las series de volatilidades corresponden, respectivamente, a los tipos de petróleo MAYA (4.82%), WTI (3.91%) y Brent (2.85%). Las gráficas también muestran que los *spillovers* crecieron durante la crisis de 2009 y a la caída de los precios del petróleo entre 2014 y 2016.

Los hallazgos del análisis de interdependencias en los dominios del tiempo y de la frecuencia pueden sintetizarse de la siguiente manera: 1) Las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica en México han fluctuado con el paso del tiempo; 2) las variaciones en los precios del petróleo se asocian con fluctuaciones de corto plazo de la actividad económica; 3) la volatilidad de los precios del petróleo se asocia con fluctuaciones de largo plazo de la actividad económica; 4) los precios del petróleo MAYA tienen las mayores interdependencias, i.e., *spillovers*, con la actividad económica; 5) las mayores interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica ocurrieron entre los meses de abril de 2009 y junio de 2012.

Conclusiones y discusión

En este estudio, se han analizado las interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica en México. El mismo se ha sustentado en un análisis de *spillovers* estáticos y dinámicos en los dominios del tiempo y de la frecuencia. La investigación ha utilizado estadísticas descriptivas, pruebas de cambio estructural endógeno, índices de *spillovers* estáticos y dinámicos y su descomposición en rangos de frecuencia de corto, mediano y largo plazos. La muestra analizada ha incluido series de variaciones mensuales y de volatilidades de los precios del petróleo MAYA, WTI y Brent y del indicador IGAE del período comprendido entre febrero de 1993 y diciembre de 2019.

Los principales hallazgos del análisis estadístico muestran que: 1) Las medias de las series de los precios del petróleo MAYA son más altas que las correspondientes a los tipos de petróleo WTI y Brent; 2) los precios del petróleo son más volátiles que el IGAE; 3) todas las series son estacionarias y pueden ser usadas en el análisis de interdependencias; 4) la evidencia muestra cambios estructurales individuales y conjuntos en la media y en la varianza de la serie de variaciones del IGAE y en la media de la serie de variaciones de los precios del petróleo Brent; y, 5) los quiebres de la serie del IGAE se registran durante la Crisis del Efecto Tequila y la Crisis Financiera Global.

Los hallazgos del análisis de interdependencias en los dominios del tiempo y de la frecuencia pueden sintetizarse de la siguiente manera: 1) Las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica en México han fluctuado con el paso del tiempo; 2) las variaciones en los precios del petróleo se asocian con fluctuaciones de corto plazo de la actividad económica; 3) la

volatilidad de los precios del petróleo se asocia con fluctuaciones de largo plazo de la actividad económica; 4) los precios del petróleo MAYA tienen las mayores interdependencias, i.e., *spillovers*, con la actividad económica; 5) las mayores interdependencias entre los precios del petróleo y la actividad económica ocurrieron entre los meses de abril de 2009 y junio de 2012.

Los hallazgos confirman que las relaciones entre los precios del petróleo y la actividad económica son complejas en los países en desarrollo. Particularmente, los hallazgos sugieren que, a diferencia de la literatura tradicional, los precios del petróleo tienen una relación directa con el crecimiento económico en los países exportadores de petróleo. Asimismo, sugieren que la relación entre los precios del petróleo y la actividad económica pese a sus fluctuaciones tiene una tendencia estable en el largo plazo. Además, los hallazgos sugieren que los shocks en los precios del petróleo pueden transmitirse y tener efectos sobre la actividad económica en el nivel internacional.

Los hallazgos también tienen algunas implicaciones de política económica para México. Las más importantes son las siguientes: 1) Los valores de los índices de *spillovers* validan que progresivamente está disminuyendo la dependencia del país con respecto a los precios del petróleo y que, por tanto, la economía mexicana se está diversificando; 2) los precios del petróleo MAYA son relativamente más importantes que los del WTI y el Brent para explicar la actividad económica del país; y, 3) la ausencia de cambios estructurales en las series tras la Crisis Financiera Global sugiere que la reforma del sector energético de 2013 no ha tenido efectos de corto ni de largo plazo.

Los hallazgos de esta investigación también validan la pertinencia de desarrollar nuevos estudios sobre las relaciones entre los precios del petróleo con otras variables de las economías en desarrollo. En este contexto, una línea de investigación pertinente es la referida al estudio de las fluctuaciones de las correlaciones entre los precios del petróleo con otras variables de las economías productoras y consumidoras netas de hidrocarburos. Dichos estudios serán útiles para mejorar las políticas energéticas y para promover la estabilidad y el crecimiento de las economías en desarrollo.

Referencias

- [1] Barski, R. B. y Kilian, L. (2004). "Oil and the macroeconomy since the 1970s", *Journal of Economic Perspectives*, 18(4), 115-134. doi: 10.1257/0895330042632708.
- [2] Baruník, J., y Křehlík, T. (2018). "Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk", *Journal of Financial Econometrics*, 16(2), 271-296. doi: 10.1093/jfifnec/nby001.

- [3] Blecker, R. A. (2009). "External shocks, structural change, and economic growth in Mexico", 1979–2007", *World Development*, 37(7), 1274-1284. doi: 10.1016/j.worlddev.2008.10.004.
- [4] Brown, S. P. A. y Yucel, M. K. (2002). "Energy prices and aggregate economic activity: An interpretative survey", *Quarterly Review of Economics and Finance*, 42(2), 193-208. doi: 10.1016/S1062-9769(02)00138-2.
- [5] Colmenares, F. (2008). "Petróleo y crecimiento económico en México 1938-2006", *EconomíaUnam*, 5(15), 53-65.
- [6] De-Jesús-Gutiérrez, R., Vergara-González, R. y Díaz-Carreño, M. A. (2015). "Predicción de la volatilidad en el mercado de petróleo mexicano ante la presencia de efectos asimétricos", *Lecturas de Economía*, 34(65), 299-326. doi: 10.15446/cuad.econ.v34n65.48702.
- [7] Diebold, F. X., y Yilmaz, K. (2009). "Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets", *The Economic Journal*, 119(534), 158-171. doi: 10.1111/j.1468-0297.2008.02208.x.
- [8] Diebold, F. X., y Yilmaz, K. (2012). "Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers", *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57-66. doi: 10.1016/j.ijforecast.2011.02.006.
- [9] Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root". *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431. doi: 10.1080/01621459.1979.10482531.
- [10] Engle, R. F. (1982). "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation". *Econometrica*, 987-1007. doi: 10.2307/1912773.
- [11] Ferderer, J. P. (1996). "Oil price volatility and the macroeconomy", *Journal of Macroeconomics*, 18(1), 1-26. doi: 10.1016/S0164-0704(96)80001-2.
- [12] Gómez, M., Ciarreta, A., y Zarraga, A. (2018). "Linear and nonlinear causality between energy consumption and economic growth: The case of Mexico 1965–2014", *Energies*, 11(4), 784. doi: 10.3390/en11040784.
- [13] González, S. y Hernández, E. (2016). "Impactos indirectos de los precios del petróleo en el crecimiento económico colombiano", *Lecturas de Economía*, (84), 103-141. doi: 10.17533/udea.le.n84a04.
- [14] Hamilton, J. D. (1983). "Oil and the macroeconomy since World War II", *Journal of Political Economy*, 91(2), 228-248. doi: 10.1086/261140.
- [15] Hamilton, J. D. (2003). "What is an oil shock?", *Journal of Econometrics*, 113(2), 363-398: doi: 10.1016/S0304-4076(02)00207-5.
- [16] Herrera, A. M., Karaki, M. B., y Rangaraju, S. K. (2019). "Oil price shocks and US economic activity". *Energy Policy*, 129, 89-99. doi: 10.1016/j.enpol.2019.02.011.
- [17] Johansen, S. (1988). "Statistical analysis of cointegration vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254. doi: 10.1016/0165-1889(88)90041-3.
- [18] Johansen, S. (1995). *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*, Nueva York: Oxford University Press.
- [19] Kilian, L. (2008). "The economic effects of energy price shocks", *Journal of Economic Literature*, 46(4), 871-909. doi: 10.1257/jel.46.4.871.

- [20] Koop, G., Pesaran, M. H., y Potter, S. M. (1996). "Impulse response analysis in nonlinear multivariate models". *Journal of Econometrics*, 74(1), 119-147. doi: 10.1016/0304-4076(95)01753-4.
- [21] Lorenzo-Valdés, A. y Ruiz-Porras, A. (2019). "Conditional dependence between oil and exchange rate returns in a developing oil-exporting economy: An investigation with copula-based TGARCH models", *International Journal of Global Energy Issues*, 42(1/2), 21-44. doi: 10.1504/IJGEI.2019.100686.
- [22] Lovcha, Y., y Perez-Laborda, A. (2020). "Dynamic frequency connectedness between oil and natural gas volatilities". *Economic Modelling*, 84, 181-189. doi: 10.1016/j.econmod.2019.04.008.
- [23] Maddala, G.S. y Kim, I. M. (1998). *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- [24] Mohaddes, K., y Pesaran, M. H. (2017). "Oil prices and the global economy: Is it different this time around?", *Energy Economics*, 65(1), 315-325. doi: 10.1016/j.eneco.2017.05.011.
- [25] Narayan, P.K., Sharma, S., Poon, W. C., y Westerlund, J. (2014). "Do oil prices predict economic growth? New global evidence", *Energy Economics*, 41(1), 137-146. doi: 10.1016/j.eneco.2013.11.003.
- [26] Nasir, M. A., Naidoo, L., Shahbaz, M, y Amoo, N. (2018). "Implications of oil prices shocks for the major emerging economies: A comparative analysis of BRICS", *Energy Economics*, 76(1), 76-88. doi: 10.1016/j.eneco.2018.09.023.
- [27] OPEC, (2019). "World Oil Outlook 2040", *Organization of the Petroleum Exporting Countries*, Viena: OPEC.
- [28] Perilla-Jiménez, J. R. (2010). "El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia", *Revista de Economía del Rosario*, 13(1), 75-116.
- [29] Perron, P., y Yamamoto, Y. (2019). "Pitfalls of two-step testing for changes in the error variance and coefficients of a linear regression model". *Econometrics*, 7(2), 22. doi: 10.3390/econometrics7020022.
- [30] Perron, P., Yamamoto, Y., y Zhou, J. (2020). "Testing jointly for structural changes in the error variance and coefficients of a linear regression model". *Quantitative Economics*, 11(3), 1019-1057. doi: 10.3982/QE1332.
- [31] Pesaran, H. H., y Shin, Y. (1998). "Generalized impulse response analysis in linear multivariate models". *Economics Letters*, 58(1), 17-29. doi: 10.1016/S0165-1765(97)00214-0.
- [32] Pierce, J. L. y Enzler, J. J. (1974). "The effects of external inflationary shocks", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1974(1), 13-61. doi: 10.2307/2534072.
- [33] Ramírez-Pascualli, C. A. y Hall, C. A. S. (2013). "The relation of oil to the Mexican economy: Past, present and future". En Yáñez-Arancibia, A., Dávalos-Sotelo, R., Day, J.W., y Reyes, E. (Eds.), *Ecological Dimensions for Sustainable Socio Economic Development* (pp.119-150), Ashurst: WIT Press.
- [34] Rasche, R. H. y Tatom, J. A. (1977). "The effects of the new energy regime on economic capacity, production and prices". *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 11(5), 2-12.
- [35] Reyes-Loya, M. L., y Blanco, L. (2008). "Measuring the importance of oil-related revenues in total fiscal income for Mexico", *Energy Economics*, 30(5), 2552-2568. doi: 10.1016/j.eneco.2008.02.001.

- [36] Rodríguez-Benavides, D., y López-Herrera, F. (2019). "Efectos de la incertidumbre de los precios del petróleo en el crecimiento económico de México". *Investigación Económica*, 78(309), 80-106. doi: 10.22201/fe.01851667p.2019.309.70120.
- [37] Ruiz-Porras, A. y Anguiano-Pita, J. E. (2016). "Modelación de las dinámicas, volatilidades e interrelaciones de los rendimientos del petróleo mexicano, BRENT y WTI". *Ensayos, Revista de Economía*, 35(2), 175-194.
- [38] SHCP. (2020). "Documento relativo al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el Artículo 42, Fracción I, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria: Pre-criterios 2021". *Secretaría de Hacienda y Crédito Público*. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- [39] Zhang, Y., He, X., Nakajima, T., y Hamori, S. (2020). "Oil, gas, or financial conditions-which one has a stronger link with growth?". *The North American Journal of Economics and Finance*, 54, 101220. doi: 10.1016/j.najef.2020.101220.

Apéndice A1. Metodología de cálculo de índices de *spillovers* en el domino del tiempo

Matemáticamente, la metodología de Diebold y Yilmaz (2012) supone la siguiente representación $MA(\infty)$ de un modelo VAR estacionario en covarianza e invertible:

$$Y_t = [I - F(L)]^{-1} \xi_t = \Lambda(L) \xi_t \quad (A1.1)$$

donde $\xi_t \sim (0, \Sigma)$ es un vector de innovaciones independiente e idénticamente distribuidas. Los elementos de $\Lambda(L)$ son polinomios de rezagos infinitos que contienen las funciones de impulso-respuesta de las innovaciones posiblemente correlacionadas. Particularmente, Diebold y Yilmaz (2012) proponen emplear el enfoque VAR generalizado de Koop et al. (1996), y Pesaran y Shin (1998), el cual produce una descomposición de la varianza que no depende del orden de las variables en el sistema. De hecho, la misma metodología permite que las innovaciones estén correlacionadas y toma en cuenta este hecho para explicarlas adecuadamente, a través de su distribución histórica observada.

Diebold y Yilmaz (2012) definen la proporción de las innovaciones en la variable i en la varianza del error de pronóstico H —pasos adelante de la variable j , a partir de la siguiente expresión:

$$d_{ij}^H = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' \Lambda_h \Sigma e_j)^2}{\sum_{h=0}^H (e_i' \Lambda_h \Sigma \Lambda_h' e_i)^2} \quad (A1.2)$$

donde σ_{jj} es la desviación estándar del término de error de la k -ésima ecuación del VAR, Σ es la matriz de varianzas-covarianzas que contiene las innovaciones del VAR, e_i es el vector que permite seleccionar la variable de interés, con 1 como el elemento i -ésimo y 0 en otro caso, y Λ_h es la matriz h -rezagada del polinomio $\Lambda(L)$.

En el enfoque VAR generalizado, la suma de las contribuciones propias y cruzadas en la descomposición de la varianza no suman la unidad, i.e. $\sum_{j=1}^N d_{ij}^H \neq 1$. Por lo tanto, es común que dichas contribuciones sean normalizadas usando la suma de cada fila, i.e. $d_{ij}^{\sim H} = \frac{d_{ij}^H}{\sum_k d_{ik}^H}$, dando como resultado una tabla de contribuciones normalizadas (Diebold y Yilmaz, 2012).²⁵ A partir de

²⁵ En general, sucede que la contribución de la variable j a la varianza del error de pronóstico de la variable i no sea exactamente igual, i.e. $C_{i \rightarrow j}^H \neq C_{j \rightarrow i}^H$. Asimismo, por construcción sucede que $\sum_j d_{ij}^H = 1$ y $\sum_{i,j} d_{ij}^{\sim H} = N$

estos ajustes se puede emplear la descomposición de la varianza de un VAR generalizado para construir distintos índices de *spillovers*.

El índice de *spillovers* total se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$C^H = \frac{1}{N} \sum_{i,j=1, i \neq j}^N d_{ij}^{\sim H} * 100 \tag{A1.3}$$

en donde $0 \leq C^H \leq 100$. Este índice mide la contribución de los *shocks* de volatilidad entre las variables que conforman el VAR a la varianza del error de pronóstico total. En otras palabras, este índice es la suma de las proporciones de la varianza del error de pronóstico de la variable i debido a *shocks* de la variable j , $\forall i \neq j$.

Adicionalmente, la metodología de Diebold y Yilmaz (2012) permite analizar el componente direccional de los índices de *spillovers*. Particularmente, los *spillovers* direccionales recibidos por la variable i de todas las otras variables j , $i \neq j$ ($C_{i \leftarrow j}^H$), y aquellos transmitidos por la variable i a todas las otras variables j , $i \neq j$ ($C_{j \leftarrow i}^H$), pueden ser calculados mediante las siguientes expresiones:

$$C_{i \leftarrow j}^H = \sum_{j \neq i}^N d_{ij}^{\sim H} \text{ y } C_{j \leftarrow i}^H = \sum_{j \neq i}^N d_{ji}^{\sim H} \tag{A1.4}$$

Para obtener los índices de *spillovers* netos simplemente se pueden restar las expresiones presentadas en (A1.4):

$$C_i^H = C_{i \leftarrow j}^H - C_{j \leftarrow i}^H \tag{A1.5}$$

esta medida provee de evidencia con respecto a qué tanto contribuye una de las variables en la volatilidad de las otras. Por último, es posible calcular medidas de *spillovers* netos por pares de variables para obtener la intensidad de la contribución de la varianza del error de pronóstico entre estas. La medida en cuestión puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$C_{ij}^H = d_{ij}^{\sim H} - d_{ji}^{\sim H} \tag{A1.6}$$

En general, los índices de *spillovers* por pares permiten medir la contribución neta resultante de restar los *shocks* emitidos por la variable i a la variable j , menos aquellos recibidos por la variable i de j .

Apéndice A2. Metodología de cálculo de índices de *spillovers* en el dominio de la frecuencia

Sea $i = \sqrt{-1}$, la representación espectral de la descomposición de la varianza del error de pronóstico (GFEVD) de un modelo VAR en la frecuencia ω puede ser descrito mediante la siguiente expresión:

$$f_{i,j}(\omega) = \frac{(\sigma_{jj}^2)^{-1} \left| \left\{ [I - F(e^{i\omega})]^{-1} \Omega \right\}_{ij} \right|^2}{\left\{ [I - F(e^{i\omega})]^{-1} \Omega [I - F'(e^{i\omega})]^{-1} \right\}_{ii}} \tag{A2.1}$$

donde $F(e^{i\omega}) = \sum_p e^{i\omega} F_p$ es la transformada de Fourier de las funciones impulso-respuesta de F y $F'(e^{-i\omega})$ es su transpuesta conjugada compleja.

La expresión (A2.1) representa la proporción de las fluctuaciones de la variable i en la frecuencia ω debido a *shocks* en la variable j . En la práctica, resulta más útil analizar dichas proporciones en diferentes rangos de frecuencia en lugar de en frecuencias específicas. Por esta razón, Baruník y Křehlík (2018) proponen analizar la GFEVD mediante bandas de frecuencia $d = (a, b) : a, b \in (-\pi, \pi), a < b$, las cuales consideran la importancia relativa de las frecuencias que forman cada banda.

Específicamente, la contribución de un *shock* a la variable j debido a la variable i en una banda de frecuencias determinada puede ser descrita mediante la siguiente expresión:

$$\Theta_{i,j}^d = \frac{1}{2\pi} \int_a^b P_i(\omega) f_{i,j}(\omega) d\omega \quad (\text{A2.2})$$

donde $P_i(\omega)$ es el espectro de potencia de la variable i en la frecuencia ω dado por:

$$P_i(\omega) = \frac{[\Lambda(e^{i\omega})\Omega\Lambda'(e^{-i\omega})]_{ii}}{\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} [\Lambda(e^{i\lambda})\Omega\Lambda'(e^{-i\lambda})]_{ii} d\lambda} \quad (\text{A2.3})$$

De forma similar a la metodología de DY en el dominio del tiempo, las contribuciones mostradas en la expresión (A2.2) son normalizadas de tal forma que $\tilde{\Theta}_{i,j}^d = \Theta_{i,j}^d / \sum_k \Theta_{i,j}^{\infty}$. En donde $\Theta_{i,j}^{\infty}$ denota la contribución sobre todas las frecuencias, y se ordena posteriormente en una matriz de contribuciones normalizadas $\tilde{\Theta}^d = \{\tilde{\Theta}_{i,j}^d\}$. Los *spillovers* al interior de cada banda de frecuencias se definen a partir de las contribuciones normalizadas mediante la siguiente expresión:

$$WC^d = 1 - \frac{\text{Tr}\{\tilde{\Theta}^d\}}{\sum \tilde{\Theta}^d} \quad (\text{A2.4})$$

La expresión presentada en la ecuación (A2.4) mide los *spillovers* que se producen únicamente al interior de cada banda de frecuencias. Esto implica que no tiene en cuenta la importancia de la incertidumbre generada en dicha banda. Así, por ejemplo, si las variables se encuentran fuertemente interrelacionadas en frecuencias altas, pero la proporción de estas es baja respecto a todo el sistema, el índice de *spillover* total seguirá siendo bajo. Esto último se debe a que las interrelaciones en las frecuencias altas se vuelven insignificante en el agregado.

Baruník y Křehlík (2018) proponen la siguiente expresión para descomponer el índice de *spillovers* total en diferentes bandas de frecuencia mediante la siguiente expresión:

$$FC^d = WC^d \frac{\sum \tilde{\Theta}^d}{\tilde{\Theta}^{\infty}} \quad (\text{A2.5})$$

la expresión anterior supone que los *spillovers* al interior de cada banda de frecuencias son ponderados para contabilizar su importancia relativa en el sistema de variables considerado. Los índices de *spillovers* en el dominio de la frecuencia permiten descomponer los mismos índices obtenidos en el dominio del tiempo en sus componentes asociados a rangos de frecuencia específicos. Sea $H \rightarrow \infty$, el horizonte de pronóstico H —pasos delante de la descomposición de la varianza, y considerando un conjunto de bandas $d_s \in D$, que forman una partición del espacio $(-\pi, \pi)$, Baruník y Křehlík (2018) muestran que:

$$C = \sum_{d_s \in D} FC^{d_s} \quad (\text{A2.6})$$

Donde C es el índice de *spillover* total obtenido en el dominio del tiempo de acuerdo con la ecuación (A1.3). Nótese que H no desempeña ningún papel en la expresión anterior para $H \rightarrow \infty$. Sin embargo, de acuerdo con Baruník y Křehlík (2018) la descomposición provee una mejor aproximación para horizontes de pronóstico finitos, siempre que estos no sean demasiado cortos.

La estimación de los índices de *spillovers* puede ser extendida a medidas direccionales de forma similar a sus versiones obtenidas en el dominio del tiempo. Particularmente, los *spillovers* direccionales transmitidos de otras variables a i , y de i a las otras variables del sistema se definen mediante las siguientes expresiones:

$$FC_{i \leftarrow \cdot}^d = \left(\sum_{j=1, j \neq i} \tilde{\Theta}_{i,j}^d \right) \frac{\sum \tilde{\Theta}^d}{\sum \tilde{\Theta}^{\infty}} \text{ y } FC_{i \rightarrow \cdot}^d = \left(\sum_{j=1, j \neq i} \tilde{\Theta}_{j,i}^d \right) \frac{\sum \tilde{\Theta}^d}{\sum \tilde{\Theta}^{\infty}} \quad (\text{A2.7})$$

las expresiones presentadas en (A2.7) permiten descomponer los índices de *spillovers* direccionales obtenidos en el dominio del tiempo a partir de las ecuaciones presentadas en (A1.4)

en diferentes rangos de frecuencias. Debe señalarse que la suma de los índices en todos los rangos de frecuencias debe ser igual a los índices agregados, obtenidos mediante la metodología de dominio en el tiempo.

Apéndice A3. Pruebas de cambio estructural endógeno en media y varianza de Perron, Yamamoto y Zhou (2020)

A3.1 Pruebas de cambio estructural en las variaciones mensuales del IGAE

(a) Pruebas para cambios estructurales en media y/o varianza									
supLR _{LT}				UDmaxLR _{LT}					
n _t = 1	m _t = 1	m _t = 2	m _t = 3	M = 3, N = 3					
n _t = 1	3.4108	4.2192	7.6584	**	7.6584				
n _t = 2	2.5629	6.5314	6.9554	*					
n _t = 3	5.3421	6.0587	6.2948						

(b) Pruebas para cambios estructurales solo en media									
supLR _{LT}				UDmaxLR _{LT}	supSeq _t			Fecha de quiebre	
n _t = 0	m _t = 1	m _t = 2	m _t = 3	M = 3	m _t = 1	m _t = 2	m _t = 3		
n _t = 0	10.3752 *	11.2644 **	10.0074 **	11.2644 *	4.0485	8.4083	7.0670	1997M01	
n _t = 1	0.23477	0.50553	4.3566	4.3566	4.0485	7.7924	4.3786		
n _t = 2	0.86161	6.6421	5.5697	6.6421	8.4083	6.6063	1.387		
n _t = 3	8.1639	5.5899	4.5181	8.1639	7.0453	4.1766	1.387		

(c) Pruebas para cambios estructurales en varianza									
supLR _{LT}				UDmaxLR _{LT}	supSeq _t			Fecha de quiebre	
n _t = 0	n _t = 1	n _t = 2	n _t = 3	N = 3	n _t = 1	n _t = 2	n _t = 3		
n _t = 0	6.653	5.9043	6.737 *	6.737	3.8143	9.9449 *	1.5584		
n _t = 1	3.0244	4.7198	7.9801 **	7.9801	3.8143	9.9449	1.9144		
n _t = 2	-3.2395	6.6842	8.7569 ***	8.7569 *	3.7822	16.3917 ***	1.9144		
n _t = 3	-0.34792	5.2281	7.1856 **	7.1856	3.7496	16.3917 ***	3.3756		

Notas: las pruebas consideran la serie de variaciones mensuales del IGAE. Las pruebas analizan la existencia de cambios estructurales parciales en un proceso AR(1). Las pruebas suponen que solo pueden ocurrir un máximo de tres quiebres en media y/o varianza. El número de observaciones mínimo de cada segmento analizado se fijó en $\epsilon=0.10$. Las pruebas consideran la existencia de autocorrelación serial en los términos de error a partir del uso de estimadores HAC de las matrices de varianza-covarianza siguiendo el método híbrido propuesto por Perron, Yamamoto y Zhou (2020). El número de asteriscos (*, ** y ***) se refiere a la significancia de los estadísticos calculados a niveles de 10,5 y 1 por ciento, respectivamente. Las pruebas fueron estimadas en Matlab 2020b usando los códigos disponibles para descarga gratuita en la página personal en internet de Pierre Perron <http://blogs.bu.edu/perron/files/2020/09/quan200095-sup-0001-dataandprograms.zip>. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

A3.2 Pruebas de cambio estructural en las variaciones mensuales del precio del petróleo MAYA

(a) Pruebas para cambios estructurales en media y/o varianza									
supLR _{LT}				UDmaxLR _{LT}					
n _t = 1	m _t = 1	m _t = 2	m _t = 3	M = 3, N = 3					
n _t = 1	2.2961	5.0518	6.1212	6.1212					
n _t = 2	2.0042	4.0505	5.5675						
n _t = 3	2.4948	4.1174	5.8140						

(b) Pruebas para cambios estructurales solo en media									
supLR _{LT}				UDmaxLR _{LT}	supSeq _t			Fecha de quiebre	
n _t = 0	m _t = 1	m _t = 2	m _t = 3	M = 3	m _t = 1	m _t = 2	m _t = 3		
n _t = 0	6.2971	8.7535	7.5531	8.7535	1.5268	5.9080	4.5768		
n _t = 1	0.0561	0.6121	1.6045	1.6045	1.5268	5.6482	5.6539		
n _t = 2	0.9254	0.7671	1.7681	1.7681	5.9080	5.9080	7.0490		
n _t = 3	0.8898	1.5892	3.0265	3.0265	0.9316	7.2596	0.9198		

(c) Pruebas para cambios estructurales en varianza									
supLR _{LT}				UDmaxLR _{LT}	supSeq _t			Fecha de quiebre	
n _t = 0	n _t = 1	n _t = 2	n _t = 3	N = 3	n _t = 1	n _t = 2	n _t = 3		
n _t = 0	4.5435	6.9062	7.3314 **	7.3314	4.6403	8.5717	2.1755		
n _t = 1	2.2783	5.9413	6.7633 *	6.7633	4.6403	8.7606	4.8762		
n _t = 2	-1.8091	5.4942	7.3932 **	7.3932	4.8339	8.7606	4.8612		
n _t = 3	-2.6581	5.1495	7.8747 **	7.8747	5.7747	9.9487	3.8658		

Notas: las pruebas consideran la serie de variaciones mensuales del precio del petróleo MAYA. Las pruebas analizan la existencia de cambios estructurales parciales en un proceso AR(1). Las pruebas suponen que solo pueden ocurrir un máximo de tres quiebres en media y/o varianza. El número de observaciones mínimo de cada segmento analizado se fijó en $\epsilon=0.10$. Las pruebas consideran la existencia de autocorrelación serial en los términos de error a partir del uso de estimadores HAC de las matrices de varianza-covarianza siguiendo el método híbrido propuesto por Perron, Yamamoto y Zhou (2020). El número de asteriscos (*, ** y ***) se refiere a la significancia de los estadísticos calculados a

niveles de 10,5 y 1 por ciento, respectivamente. Las pruebas fueron estimadas en Matlab 2020b usando los códigos disponibles para descarga gratuita en la página personal en internet de Pierre Perron <http://blogs.bu.edu/perron/files/2020/09/quan200095-sup-0001-dataandprograms.zip>. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

A3.3 Pruebas de cambio estructural en las variaciones mensuales del precio del petróleo WTI

(a) Pruebas para cambios estructurales en media y/o varianza									
supLR _{4,T}			UDmaxLR _{4,T}						
	m ₁ = 1	m ₂ = 2	m ₃ = 3	M = 3, N = 3					
n ₀ = 1	5.8945	5.5773	5.5639	5.8945					
n ₀ = 2	4.4398	4.4554	4.9396						
n ₀ = 3	5.5792	5.5881	5.6580						

(b) Pruebas para cambios estructurales solo en media									
supLR _{3,T}			UDmaxLR _{3,T}		supSeq _{3,T}			Fecha de quiebre	
	m ₁ = 1	m ₂ = 2	m ₃ = 3	M = 3	m ₁ = 1	m ₂ = 2	m ₃ = 3		
n ₀ = 0	6.5478	10.44 *	9.3897 *	10.44	2.7987	1.9606	5.5435		
n ₀ = 1	3.8199	4.7927	4.4808	4.7927	5.5194	1.9606	5.3929		
n ₀ = 2	2.3851	3.1584	3.9755	3.9755	6.2244	1.9606	5.5435		
n ₀ = 3	3.1931	3.9571	3.587	3.9571	5.1065	5.1078	5.3719		

(c) Pruebas para cambios estructurales en varianza									
supLR _{2,T}			UDmaxLR _{2,T}		supSeq _{2,T}			Fecha de quiebre	
	n ₁ = 1	n ₂ = 2	n ₃ = 3	N = 3	n ₁ = 1	n ₂ = 2	n ₃ = 3		
m ₀ = 0	6.0914	4.4253	5.1914	6.0914	2.3643	9.8114	3.8861		
m ₀ = 1	6.4593	4.1674	6.1571	6.4593	1.8921	9.5928	6.0649		
m ₀ = 2	1.4263	1.3795	4.6224	4.6224	2.2197	5.7547	6.0649		
m ₀ = 3	-1.4352	0.80388	4.0688	4.0688	2.4835	11.0616 *	5.9232		

Notas: las pruebas consideran la serie de variaciones mensuales del precio del petróleo WTI Las pruebas analizan la existencia de cambios estructurales parciales en un proceso AR(1). Las pruebas suponen que solo pueden ocurrir un máximo de tres quiebres en media y/o varianza. El número de observaciones mínimo de cada segmento analizado se fijó en $\epsilon=0.10$. Las pruebas consideran la existencia de autocorrelación serial en los términos de error a partir del uso de estimadores HAC de las matrices de varianza-covarianza siguiendo el método híbrido propuesto por Perron, Yamamoto y Zhou (2020). El número de asteriscos (*, ** y ***) se refiere a la significancia de los estadísticos calculados a niveles de 10,5 y 1 por ciento, respectivamente. Las pruebas fueron estimadas en Matlab 2020b usando los códigos disponibles para descarga gratuita en la página personal en internet de Pierre Perron <http://blogs.bu.edu/perron/files/2020/09/quan200095-sup-0001-dataandprograms.zip>. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

A3.4 Pruebas de cambio estructural en las variaciones mensuales del precio del petróleo Brent

(a) Pruebas para cambios estructurales en media y/o varianza									
supLR _{4,T}			UDmaxLR _{4,T}						
	m ₁ = 1	m ₂ = 2	m ₃ = 3	M = 3, N = 3					
n ₀ = 1	3.4108	4.2192	7.6584 **	7.6584					
n ₀ = 2	2.5629	6.5314	6.9554 *						
n ₀ = 3	5.3421	6.0587	6.2948						

(b) Pruebas para cambios estructurales solo en media									
supLR _{3,T}			UDmaxLR _{3,T}		supSeq _{3,T}			Fecha de quiebre	
	m ₁ = 1	m ₂ = 2	m ₃ = 3	M = 3	m ₁ = 1	m ₂ = 2	m ₃ = 3		
n ₀ = 0	10.3752 *	11.2644 **	10.0074 **	11.2644 *	4.0485	8.4083	7.0670	1997M01	
n ₀ = 1	0.23477	0.50553	4.3566	4.3566	4.0485	7.7924	4.3786		
n ₀ = 2	0.86161	6.6421	5.5697	6.6421	8.4083	6.6063	1.387		
n ₀ = 3	8.1639	5.5899	4.5181	8.1639	7.0453	4.1766	1.387		

(c) Pruebas para cambios estructurales en varianza									
supLR _{2,T}			UDmaxLR _{2,T}		supSeq _{2,T}			Fecha de quiebre	
	n ₁ = 1	n ₂ = 2	n ₃ = 3	N = 3	n ₁ = 1	n ₂ = 2	n ₃ = 3		
m ₀ = 0	6.653	5.9043	6.737 *	6.737	3.8143	9.9449 *	1.5584		
m ₀ = 1	3.0244	4.7198	7.9801 **	7.9801	3.8143	9.9449	1.9144		
m ₀ = 2	-3.2395	6.6842	8.7569 ***	8.7569 *	3.7822	16.3917 ***	1.9144		
m ₀ = 3	-0.34792	5.2281	7.1856 **	7.1856	3.7496	16.3917 ***	3.3756		

Notas: las pruebas consideran la serie de variaciones mensuales del precio del petróleo Brent. Las pruebas analizan la existencia de cambios estructurales parciales en un proceso AR(1). Las pruebas suponen que solo pueden ocurrir un máximo de tres quiebres en media y/o varianza. El número de observaciones mínimo de cada segmento analizado se fijó en $\epsilon=0.10$. Las pruebas consideran la existencia de autocorrelación serial en los términos de error a partir del uso de estimadores HAC de las matrices de varianza-covarianza siguiendo el método híbrido propuesto por Perron, Yamamoto y Zhou (2020). El número de asteriscos (*, ** y ***) se refiere a la significancia de los estadísticos calculados a niveles de 10,5 y 1 por ciento, respectivamente. Las pruebas fueron estimadas en Matlab 2020b usando los códigos disponibles para descarga gratuita en la página personal en internet de Pierre Perron

<http://blogs.bu.edu/perron/files/2020/09/quan200095-sup-0001-dataandprograms.zip>.
elaboración propia con datos de INEGI y EIA.

Fuente:



Interrelación entre la competitividad internacional y el desarrollo humano en la región Asia-Pacífico

Interrelation Between International Competitiveness and Human Development in the Asia-Pacific Region

América Ivonne Zamora Torres*
Mitchell Rigel Ortiz Zamora**

Información del artículo

Recibido:
2 junio 2020

Aceptado:
18 octubre 2021

Clasificación JEL:
F12; F43; O47; R10;
R11

Palabras clave:
Competitividad;
Desarrollo Humano;
PLS

Resumen

Mucho se habla del impacto que tiene la competitividad en el bienestar y desarrollo humano de los países, no obstante, existe en la actualidad un debate al respecto, puesto que pareciera que esta relación es inexistente; por lo que, el presente trabajo tiene como objetivo identificar la interrelación entre las variables de competitividad internacional (tecnología, comercio internacional y tamaño de mercado) respecto de las variables de desarrollo humano, como son: educación, ingreso y salud para la región Asia Pacífico durante el periodo 2010 a 2019; mediante la técnica Partial Least Squares (PLS). La aplicación de dicha técnica es uno de los elementos de originalidad del presente estudio, además del impacto social que representa conocer cuáles variables e indicadores de la competitividad realmente permean el desarrollo social de las economías. Los resultados muestran que existe una relación entre las variables analizadas, siendo la relación más cercana la que existe con la variable ingreso.

* Universidad Micoacana de San Nicolas de Hidalgo, americazt@hotmail.com; ** Instituto Tecnológico de Morelia

ISSN Electrónico: 2448-8402 | ISSN Impreso: 1870-221X | ©2021 Los autores 

Article information	Abstract
Received: 2 June 2020 Accepted: 18 October 2021	A lot has been said about the impact of competitiveness on both the human development and wellbeing of the population of a country. Yet, this is a contested subject due to the almost non-existent nature of this relationship. This paper aims to identify the interrelation between the variables of international competitiveness (technology, market size, and international trade) and those regarding human development like education, income, and health, for the Asia-Pacific region in the period from 2010 to 2019; by using the Partial Least Squares (PLS) technique. The application of this technique is one of the original elements of the present study and the social impact represented by knowing which variables and indicators of competitiveness permeate the social development of economies. The results show a relationship between the variables analyzed, being the closest relationship with the variable income.
JEL Classification: F12; F43; O47; R10; R11	
Keywords: Competitiveness; Human Development; PLS	

Introducción

Un gobierno soberano posee una extensa cantidad de objetivos a cumplir, uno de los cuales debe ser proveer a sus ciudadanos con una mejora en su calidad de vida (Costanza et al., 2008), qué tan efectivos son los gobiernos alcanzando dicha meta es debatible, y su eficacia varía de acuerdo con la época, las políticas públicas y las áreas de desarrollo en las que el gobierno decida enfocarse; una de las cuales es, por supuesto, la competitividad internacional del país. No obstante, es sencillo caer en la suposición de que, si las economías son más competitivas en un nivel internacional, esto se traduce necesariamente en un mayor nivel de bienestar para la población (Buendía, 2013) (Lombana y Rozas, 2009).

A inicios del siglo pasado, con la constante y creciente presencia de la globalización, no solo en el mundo sino en los ámbitos macroeconómicos y de comercio internacional, cada vez se volvió más evidente para las naciones del mundo, que mejorar su competitividad en términos de otros países es un requisito para progresar como economía (Calva, 2009). Así mismo, con el tiempo, al incrementar y trabajar en el desarrollo de los indicadores de competitividad internacional, se concibió el pensamiento de que el crecimiento en estos indicadores causaba un impacto, fuese substancial o inapreciable, sobre el desarrollo humano de una sociedad. Es innegable el hecho de que existe cierta coherencia lógica en la explicación de porqué este sería el caso, después de todo, el mejoramiento de un aspecto de la sociedad, en este caso la economía internacional, debe, por lo tanto, conducir al mejoramiento de otros aspectos en la misma sociedad.

La teoría económica convencional sostiene que existe una correlación directa entre la competitividad y el nivel de vida de los habitantes de un país, por lo que resulta primordial para todo gobierno mantener altas tasas de crecimiento en la economía a lo largo del tiempo (Jiménez, 2011). Pequeñas variaciones porcentuales en el crecimiento del Producto Interno Bruto, durante largos periodos de tiempo, terminan generando grandes diferencias en términos de riqueza total. Como evidencia empírica de la afirmación anterior, encontramos el trabajo de Barro y Sala i Martín (2012), en el que se afirma que si la economía de los Estados Unidos hubiera crecido en promedio 1% menos, durante el período 1870-2000, para ese último año, sus niveles de PIB *per cápita* hubiesen sido similares a los de México o Polonia.

Sin embargo, a pesar de que se ha trabajado bajo esta suposición, han existido ciertos casos que desafían este paradigma, especialmente el caso de Chile en 2000, donde diversos autores como Miquel (2015a), Miquel (2015b), OCDE(2015) y Mussi y Afonso (2008), entre otros, observan el fenómeno de cómo este país, a pesar de contar con indicadores de competitividad positivos, sanos, en amplia forma y creciendo, comenzó a experimentar una significativa disminución en los índices relacionados con el desarrollo humano y la calidad de vida de su población, hecho que va en contra de la suposición inicial.

Hoy en día, el peso económico de la Región Asia Pacífico es muy significativo, puesto que para 2018, solamente las economías de APEC (Foro de Cooperación Económica Asia Pacífico), es decir, sus veintiún miembros, representaban el 56.75% del Producto Interno Bruto Mundial y el 47% del comercio mundial. El peso económico de los países que conforman dicha región no se expresa solo en términos absolutos, puesto que la región se caracteriza por un dinamismo mayor al promedio mundial (APEC, 2021).

Se observa que en el período 2000-2018, la República Popular China ha tenido un crecimiento del PIB *per cápita* promedio de 8.53%, le siguen Viet Nam con crecimiento promedio anual del 5.39%, Indonesia (3.9%), Rusia (3.8), Perú (3.79%), Filipinas (3.51%), Corea del Sur (3.49), Tailandia del 3.46% y Singapur, del 3.35% (APEC, 2021). Dichos resultados contrastan con los resultados del PIB *per cápita* de la mayoría de las naciones que no son del Sureste Asiático, como Canada, Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos o México cuyas tasas de crecimiento anual del PIB *per cápita* son muy inferiores al 2% anual.

Derivado de lo anterior, el objetivo de este estudio es identificar la interrelación entre las variables de competitividad internacional (tecnología, comercio internacional y tamaño de mercado) respecto de las variables de desarrollo humano, como son: educación, ingreso y educación para la región Asia Pacífico (siendo esta la región más dinámica comercialmente hablando),

durante el periodo 2010 a 2019; es decir, se pretende analizar si los factores que crean riqueza (competitividad) también generan bienestar para la población (desarrollo humano) en los países analizados. Cabe señalar que el periodo de análisis obedece a las restricciones de disponibilidad de datos. Partiendo del supuesto teórico que asegura existe una relación de impacto positivo de las variables de competitividad internacional (tecnología, comercio internacional y tamaño de mercado), en las variables de desarrollo humano (educación, ingreso y educación), para la región Asia Pacífico, durante el periodo 2010 a 2019.

Esto permitirá definir si, cuando un país aumenta sus índices de competitividad internacional, necesariamente causará un crecimiento en los índices de desarrollo humano. Para ello se utiliza, como herramienta metodológica, la técnica de Partial Least Squares (PLS), la cual permite determinar el impacto y la magnitud de las interrelaciones entre una o más variables, pudiendo traducir así la competitividad internacional en calidad de vida. Para dicho análisis, se utilizó una serie de ocho variables de competitividad internacional con ocho índices de desarrollo humano, a través de nueve años (2010 a 2019), para once países (Australia, Canadá, Chile, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Japón, México, Nueva Zelanda, Rusia y Singapur) de la región Asia-Pacífico.

El presente documento consta de cinco secciones: en la primera, se encuentra la revisión literaria con respecto a otros estudios, los cuales muestran el impacto de los indicadores de competitividad sobre el desarrollo humano, ya sea a menor o mayor escala o en otras regiones; posteriormente, en el segundo apartado, se encuentra la aproximación metodológica seguida de las variables latentes y observadas; en el tercer apartado, se presenta la selección de variables; en la cuarta sección, se analizan los resultados obtenidos para, finalmente, en el quinto apartado mostrar las principales conclusiones y la discusión al respecto.

1. Marco teórico y revisión de literatura

Cuando un país o una empresa participan en los mercados internacionales, es lógico exigir, que sea competitivo, sin embargo: ¿qué es ser competitivo? La competitividad es considerada un tema fundamental en todos los sectores económicos, tanto en el nivel nacional, regional, industrial y empresarial. En el ámbito internacional, dentro de un proceso de globalización, se exige a las empresas ser competentes, eficaces y sustentables en el manejo de los recursos financieros, humanos, naturales y tecnológicos, entre otros, para poder enfrentar los retos que representan los mercados tanto domésticos o nacionales, como los internacionales.

El concepto de competitividad es extenso, ha sido tratado e interpretado por diferentes investigadores, académicos e intelectuales, así como por organismos e instituciones desde finales de la década de 1970. Al mismo tiempo, la competitividad es justificante para determinar la administración de una empresa, que produzca beneficios y bienestar a la comunidad, o bien, para conocer el nivel de competitividad entre los países, así como, para decretar políticas públicas por parte de los gobiernos e impulsar el desarrollo de cierto sector o industria. Por otro lado, existe una gama de variables e indicadores para medirla, así como una cantidad de factores que parecen tener un impacto sobre el mismo concepto (Krugman 1994, 1996; Porter, 1990; Abdel y Romo, 2004). Como se mencionó, anteriormente, frecuentemente se abordan temas de competitividad en términos internacionales, asumiendo que estos poseen un impacto significativo sobre el desarrollo humano de una sociedad. No obstante, la magnitud y presencia de esta conexión ha tratado de ser estudiada y comprendida, al menos mediante el uso de diferentes técnicas, variables y con el uso de sujetos de estudio provenientes de regiones diversas, distintos a los de la presente investigación.

En la formulación de políticas públicas, en las distintas áreas económicas, en los organismos mundiales, así como en la academia, el constructo “competitividad” es, sin duda alguna, uno de los menos comprendidos y más ambiguos; esto se debe a los distintos enfoques que continuamente se hacen para definirlo y analizarlo, y sobre todo a los distintos niveles en los que se aplica (país, región, industria y empresa).

Porter (1990) defiende la competitividad tanto en nivel macro, como microeconómico; el grado en que un país, estado, región o empresa produce bienes o servicios bajo condiciones de libre mercado, enfrentando la competencia de los mercados nacionales o internacionales, mejorando simultáneamente los ingresos reales de sus empleados y consecuentemente la productividad de sus empresas. Porter plantea que las empresas con ventajas competitivas transforman a las ciudades, territorios y regiones en competidoras y, por lo tanto, las naciones poseedoras de esa cualidad, más la suma de sus empresas competitivas y generadoras de rentabilidad, dan como resultado países con abundante riqueza para sus habitantes y mayor bienestar general.

La literatura al parecer confunde la “competitividad” con el rendimiento superior de las empresas, y últimamente, se la ha dado más difusión en la gestión estratégica. Palabras como “alto nivel de vida”, “ingreso nacional *per cápita*”, están asociadas a un país, y también “productividad”, “beneficio” y “valor”, vinculados a la competitividad de las empresas (Bosse, Philips y Harrison, 2009).

Otras propuestas sobre el significado de competitividad, basado en la productividad, son las planteadas por Krugman (1990, 1994) y Porter (1990), quienes establecen el criterio para los fundamentos de la perspectiva de la competitividad, actualizada en la literatura económica y de gestión.

La internacionalización de las economías fomenta en los países y las empresas que impulsen el incremento de la competitividad en los mercados globales. Sin embargo, no se subraya la importancia de la productividad como un factor relevante de la competitividad, es decir, establecer a la productividad, es crear ventaja competitiva, por esta razón, existe una cercana y directa relación entre los dos conceptos (Buckley, Pass y Prescott, 1998).

La competitividad posibilita a los países y a las empresas a enfrentar positivamente la competencia internacional, ya sea en el ámbito nacional o doméstico, como en el mundial. Por otro lado, la productividad especifica la relación entre los recursos disponibles, las unidades que se producen y su valor; en consecuencia, el mejoramiento de esta permite potenciar la capacidad competitiva. En el entorno económico, el crecimiento está asociado con diversos aspectos y uno de ellos es la competitividad, se debe empezar a proponer como objetivo prioritario la importancia de la productividad, toda vez que su estímulo refleja el uso eficiente o no de los recursos con que cuentan los países, las industrias, los sectores y las empresas (Wysokinska, 2003).

Como se mencionó anteriormente, la competitividad se puede calificar en diferentes niveles de análisis: país y/o región, industria y/o sector y empresa. La competitividad del país incluye dimensiones macroeconómicas (PIB, estabilidad, acceso a los mercados, complejidad en la regulación, entre otras). La competitividad industrial hace referencia a la infraestructura regional; y, la competitividad empresarial hace una revisión interna de la organización. La competitividad de la firma está supeditada a la relación con la competitividad en nivel país y sector, así como con su propio nivel (Buckley, Pass y Prescott, 1998; Wysokinska, 2003).

Siudek y Zawojcka (2013), hacen énfasis en la competitividad en el nivel firma, ya que señalan que una empresa competitiva es aquella que tiene la capacidad de generar ganancias con una participación de mercado significativa. No obstante, para ser considerada competitiva, la empresa debe utilizar sus recursos, su capacidad para producir los productos y servicios adecuados, con calidad, un precio aceptable y en la cantidad correcta, así como comercializar, de manera efectiva, sus productos al mercado consumidor. En el largo plazo, en un sistema de libre comercio, la competitividad se mide por la capacidad de la empresa para continuar con el negocio y proteger sus inversiones, generando rentabilidad sobre las inversiones, pero también garantizar empleo a futuro.

Se debe entender cabalmente a la competitividad, por lo que es fundamental determinar sus características endógenas y exógenas, una de ellas es la productividad, al incrementarse, produce el desarrollo tecnológico, la reducción de costos, así como con una mejora de la competitividad. Finalmente, la competitividad de un país, industria y empresa está determinada por la productividad, si bien es un factor clave, también convergen otros elementos, como es el caso de la rentabilidad, la posición competitiva, la participación del mercado interno y externo, así como sus relaciones interempresariales, entre otros (Boone, 2008).

Dixit y Stiglitz (1977) y Krugman (1979b y 1980), investigan sobre las teorías contemporáneas de la competitividad, modelan la competencia imperfecta con productos altamente diferenciados y curvas de demanda con pendiente negativa.

Por su parte, Krugman (1991), dentro del mercado competitivo imperfecto, afirma que los rendimientos crecientes a escala, es decir, la productividad, determina las ventajas comerciales y la dirección de las exportaciones, en estudios posteriores, relaciona la competitividad con la producción (Krugman, 1991).

Asimismo, Porter (1990), en la literatura sobre gestión estratégica, desarrolla las teorías de la competitividad internacional basadas en su modelo “Diamante”, el cual explica los cuatro determinantes de la competitividad específicos para cada país, región, industria y empresa: 1) condiciones de los factores de producción; 2) condiciones de la demanda interna; 3) industrias relacionadas o sectores conexos y de apoyo (clústeres); 4) estrategia, estructura y rivalidad empresarial, con dos factores externos: a) el gobierno que favorece las condiciones para el suministro de los factores de producción claves; y b) eventos fortuitos que ocurren fuera del control de las empresas y generan interrupciones que influyen en la ganancia o pérdida de la posición competitiva.

Prahalad y Hamel (1990), presentan la competitividad de la empresa a corto plazo, de acuerdo con la visión basada en recursos, donde el resultado se da por los atributos de precio y rendimiento de los productos existentes; en el largo plazo, deriva de la capacidad de la empresa para fabricar productos a menor costo y más rápido que la competencia.

Buckley, Pass y Prescott (1998), configuran un modelo de competencia en tres dimensiones: 1) desempeño competitivo; 2) potencial competitivo (recursos utilizados para generar desempeño); y 3) proceso competitivo (gestión estratégica de la empresa).

El comportamiento de la capacidad productiva acelera o retrasa a una economía y es una variable fundamental; por tanto, contextualizarla, medirla y evaluarla es de primordial importancia para formular políticas que estimulen su desarrollo. Prescott (1998), hace énfasis en la importancia de la productividad como fuente de crecimiento, y destaca que su estudio es insuficiente. Por otro lado, el comportamiento de esta variable explica aproximadamente el 40% del crecimiento económico en los países en vías de desarrollo y, el 80%, en las naciones desarrolladas (Reyes, 2010).

De acuerdo con Porter (1991, 1997) y Krugman (1996), la productividad es el elemento fundamental de la competitividad de un país, la competitividad no se hereda sino se crea y está en función, como primer elemento, de la capacidad de su sector industrial para adoptar innovaciones tecnológicas, que se traducen en un incremento en la productividad. Por otro lado, cuando se rompen las barreras del comercio internacional, la localización de las actividades económicas tenderá a concentrarse en el territorio central, debido a consideraciones vinculadas con ventajas absolutas.

Existen diversos indicadores de la competitividad de un país como medida relativa que compara el desempeño económico de alguna unidad de análisis, frente al resto que forman el universo de estudio, los cuales son: 1) el comportamiento de las exportaciones; 2) el balance en la cuenta corriente; 3) la tasa de cambio real basada en los índices de precios al consumidor; 4) el costo unitario de la mano de obra; 5) los precios de bienes y servicios para el consumo interno; y 6) la participación de los sueldos y salarios en el valor agregado (Marsh y Tokarik, 1994; Malecki, 1997).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la competitividad de una economía es el resultado de una compleja correlación de diferentes indicadores: los costos de los insumos intermedios y de los factores de producción, la productividad de los mismos, los precios de los productos terminados, el régimen impositivo, la organización de los mercados y los sistemas de distribución, entre muchos más; por esta razón, es difícil expresar la competitividad en forma de un solo indicador. Por lo tanto, el INEGI presenta una serie de indicadores que influyen de manera significativa en la posición competitiva de nuestro país. Así, para la economía mexicana, se utilizan los siguientes indicadores de competitividad: 1) tasas de interés; 2) costos unitarios de la mano de obra; 3) productividad parcial del trabajo; 4) promedios arancelarios entre México y EE. UU.; 5) participación en la importación manufacturera de EE. UU.; y 6) penetración de las exportaciones mexicanas en los mercados de EE. UU., y la Unión Europea (INEGI, 1995).

Los indicadores de competitividad no son variables explicativas, únicamente representan medidas cuantitativas del éxito competitivo de una unidad de análisis. Las variables explicativas hacen referencia a las ventajas competitivas que serán los factores o determinantes de la competitividad. En materia macroeconómica, estos factores se especifican hacia la promoción de la apertura comercial, estímulos al desarrollo tecnológico, desregulación económica y política industrial (Noyola, 1991).

En cuanto a las mediciones de competitividad, existen diferentes aproximaciones. Por ejemplo, “La Medición de la Competitividad en México,” los investigadores Garduño, Ibarra y Dávila (2013) llevan a cabo una crítica objetiva con respecto a los distintos indicadores de competitividad que han sido utilizados, en México, con el propósito de obtener una mejor y más clara interpretación de los datos provistos por cada uno de ellos. Los indicadores que este estudio analiza son: el Índice Global de Competitividad, diseñado por la Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública (EGAP), el Índice de Competitividad Urbana del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), el Índice de Competitividad de las Ciudades Mexicanas, el Índice de Competitividad Revelada (ICR) y el Índice de Competitividad Sistémica desarrollada por Aregional. Los investigadores concluyen que existe un gran número de contradicciones entre los resultados provistos por los índices, particularmente, los de las regiones de menor escala geográfica.

Ordóñez (2011), en su publicación de: “¿Competitividad para qué? Análisis de la relación entre Competitividad y Desarrollo Humano en México”, revela que el actuar del gobierno es de fundamental importancia para propiciar el desarrollo de una población, especialmente en adecuado manejo de las políticas públicas que este implemente. Además, enfatiza que el Estado es uno de los factores con mayor influencia en un territorio, para generar las condiciones tanto de competitividad como de desarrollo humano, en sus ciudadanos. El estudio de Ordóñez hace uso de cuatro indicadores distintos bajo periodos de tiempo similares: la captación banca comercial *per cápita* en un periodo 2003-2007, el PIB/PEA en los años 2003-2008, el IDH sin componente de ingreso entre 2000-2004 y, finalmente, la Inversión Extranjera Directa *per cápita* en el periodo 1994-2009, encontrando que las entidades federativas más competitivas son, a su vez, aquellas que presentan un mayor grado de desarrollo humano.

Otro estudio analiza una serie de indicadores e índices, así como su valor subjetivo para cuantificar el bienestar y la cohesión social en una población dada, tal es el caso de la región del País Vasco. Entre los indicadores que analiza, se encuentran: las ventajas y desventajas de hacer uso del PIB, el Índice de Desarrollo Humano, el Índice de Progreso Social, el Índice

Canadiense de Bienestar, así como cada uno de los elementos que integran a dichos indicadores, tales como la expectativa de vida, el radio de alfabetismo y escolarización, vitalidad de las comunidades, salud subjetiva de la población, entre otros. Esto concluye con la sugerencia de una nueva aproximación a la competitividad, que considere dimensiones más complejas, desde aspectos personales del individuo (Larrea, 2018).

En el libro “Competitividad, Crecimiento y Capitalización de las Regiones Españolas” se vincula la idea de la competitividad a un valor positivo que se halla estrechamente relacionado con un comportamiento económico eficiente en España, lo que lleva a que se note, principalmente, que las diferencias absolutas de productividad adquieren una relevancia en el comercio interregional que no posee en ámbitos entre estados. Es decir, los indicadores poseen un valor mayor en cuestiones geográficamente amplias. Los indicadores que el trabajo analiza, son aquellos relacionados con algún aspecto de la descomposición del PIB *per cápita*, tales como la productividad del trabajo, la tasa de empleo y la proporción de la población en edad de trabajar sobre población total, así como indicadores basados en agregación de un conjunto de variables representativas, estos son la medición de recursos humanos disponibles, la innovación tecnológica, la infraestructura relacionada con la accesibilidad y el entorno productivo. Se concluye que el segundo conjunto de indicadores es mejor para estimar tasas reales de bienestar subjetivo, ya que no mide la competitividad en sí sino sus causales (Mas et al., 2007).

Como se observa, numerosos investigadores han propuesto diversas formas de medir la calidad de vida de los individuos desde diferentes aspectos, los cuales se han puesto en práctica por distintas organizaciones. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo hace uso del Índice de Desarrollo Humano en su informe anual Reporte del Desarrollo Humano 2019, el cual obtiene al calcular distintos índices de educación, salud, expectativas de vida y estándares de vida. En la educación, se hace uso de indicadores tales como la relación nacional entre el número de profesores y el número de estudiantes, los resultados del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) y del porcentaje de la población con educación de nivel secundaria. Así mismo, para medir el bienestar en términos de salud, se cuenta el número de camas y médicos por cada 10,000 habitantes así como la esperanza de vida, de cada país (PNUD, 2019).

Por su parte, la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible, con el propósito de crear un indicador que tome en cuenta a la felicidad como medida de calidad de vida, utiliza lo que es conocido como el Índice Global de la Felicidad, el cual hace uso de indicadores subjetivos (tales como: la generosidad, la libertad percibida para tomar decisiones, etc.) que se obtienen

mediante las encuestas directas y presenciales aplicadas a la población evaluada, así como indicadores cuantificables, entre ellos el PIB *per cápita*, la esperanza de vida en años de la población, índices de corrupción, satisfacción con el gobierno, seguridad percibida, entre otros (Helliwell, Layard, Sachs & De Neve, 2020).

Lonska y Boronenko (2015), en su trabajo *Ranking Competitiveness and Human Development in Global Comparative Researches*, pretenden comprobar la existencia de una relación bidireccional entre los análisis de desarrollo humano en los países con su contraparte de crecimiento económico, tomando como base las comparativas globales del Reporte de Desarrollo Humano del Programa de Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas y el Reporte de Competitividad Global del Foro Económico Mundial. Para llevar a cabo el estudio, se utilizaron los doce pilares que integran el índice de desarrollo mundial junto con aquellos que componen el índice de desarrollo humano. Al final, lograron determinar que existe una correlación estadísticamente significativa para todas las variables que fueron aplicadas, demostrando que un más rápido crecimiento en la competitividad, se traduce en un incremento en la velocidad del desarrollo humano dentro de un país.

Adicionalmente, en el estudio sobre del Índice de la Calidad de Vida Física, se busca obtener formas de medir el bienestar de la población, sin tomar en cuenta indicadores macroeconómicos como el PIB; para calcularlo, se usaron medidas con un impacto directo en la población, razón por la cual se utilizaron la tasa de mortalidad infantil, la esperanza de vida en años de la población y la tasa de alfabetismo en adultos, como indicadores (Morris, 1979).

Estos estudios demuestran la amplia contingencia en cuanto al número, selección y peso que deben tener ciertos indicadores sobre otros, para efectivamente llevar a cabo comparativas de competitividad. No obstante, dicho tema pierde esclarecimiento al pretender identificar cuáles índices de competitividad en un entorno macroeconómico son los que poseen un impacto, efecto o relación profunda con aquellos indicadores de bienestar subjetivo, así como de desarrollo humano en su población.

2. Aproximación metodológica: Mínimos cuadrados parciales (*Partial Least Squares, PLS*)

Los modelos de ecuaciones estructurales (MEE) se han convertido en uno de los desarrollos recientes e importantes del análisis multivariante y su uso se ha extendido entre las ciencias sociales (Fornell, 1982), por ello, es posible utilizar modelos cada vez más complejos, con el surgimiento de técnicas como la Modelación de Ecuaciones Estructurales (Structural Equation Modeling, SEM), que permite realizar regresiones múltiples entre variables latentes

(Batista Foguet & Coenders Gallart, 2000). Claes Fornell (1982) denomina a estos modelos de ecuaciones estructurales, análisis multivariante de segunda generación.

La característica común de las técnicas que se acogen bajo esta etiqueta es el reconocimiento metodológico de que la teoría científica implica tanto variables empíricas como abstractas. En este sentido, el propósito de los análisis multivariante de segunda generación es ayudar a vincular datos y teoría. Fornell (1982) subraya que las metodologías de análisis multivariante de segunda generación enfatizan los aspectos acumulativos del desarrollo de la teoría, por lo cual, el conocimiento a priori es incorporado dentro del análisis empírico. Este conocimiento a priori puede originarse a partir de la teoría, de descubrimientos empíricos previos o del diseño de la investigación. Debido a que estos métodos pueden combinar y confrontar la teoría con datos empíricos, ofrecen el potencial para una explicación científica, que vaya más allá de la asociación o descripción empírica.

En este sentido, los MEE son técnicas multivariantes que combinan aspectos de la regresión múltiple (examinando relaciones de dependencia) y análisis factorial (que representan conceptos inmedibles –factores- con variables múltiples), para estimar una serie de relaciones de dependencia interrelacionadas simultáneamente (Cepeda y Roldán, 2004).

De los resultados obtenidos, es posible construir un modelo que permita observar las interrelaciones entre las variables. En este caso, se utiliza la técnica PLS, una técnica de Modelación de Ecuaciones Estructurales, el cual se enfoca en maximizar la varianza de las variables dependientes explicadas por las independientes (Loehlin, 1998). A través del presente modelo, se busca contribuir al entendimiento de las interrelaciones entre variables que determinan el desempeño competitivo de una compañía; y este conocimiento podría afectar directamente el desempeño del negocio (Johnson, 1997).

De tal forma que, el objetivo perseguido por la modelización PLS es la predicción de las variables dependientes (tanto latentes como manifiestas). Esta meta se traduce en un intento por maximizar la varianza explicada (R^2) de las variables dependientes, lo que lleva a entender que las estimaciones de los parámetros estén basadas en la capacidad de minimizar las varianzas residuales de las variables endógenas.

Chin (1998) establece tres distinciones básicas para elegir entre MBC y PLS:

1. Que los constructos subyacentes sean modelados como indeterminados o determinados.

2. El alto o bajo grado de confianza que el investigador tenga en el modelo teórico y en la teoría auxiliar que vincula las medidas (variables observables) con los constructos.
3. Que el investigador esté orientado hacia el cálculo de los parámetros o hacia la predicción.

Si las respuestas del investigador se inclinan hacia las segundas opciones, entonces PLS se convierte en el enfoque más adecuado (Cepeda y Roldán, 2004).

PLS tiene la capacidad de tratar con modelos muy complejos con un gran número de constructos e interrelaciones, permite trabajar con muestras relativamente pequeñas, hace suposiciones menos estrictas sobre la distribución de datos, pudiendo trabajar con datos nominales, ordinales o de intervalo, tal es el caso de la presente investigación. Además, se ha demostrado que los métodos matemáticos de PLS son bastante rigurosos y robustos. PLS puede ser una herramienta poderosa por las mínimas demandas de escalas de medición, tamaño de muestra y distribuciones residuales (Ortega y Bonales, 2014).

La idea básica del PLS es la siguiente: primero, los pesos de las relaciones que vinculan los indicadores a sus respectivas variables latentes, son estimados; segundo, se calculan los *case values* para cada variable latente basado en un promedio ponderado de sus indicadores. Finalmente, estos *case values* son usados en un grupo de ecuaciones de regresión para determinar los parámetros de los coeficientes *paths* o estructurales. El algoritmo regresa nuevamente a las relaciones del modelo de medición, en donde nuevos pesos son calculados, y el proceso continuo iterativamente hasta que se alcanza la convergencia de los pesos.

El algoritmo PLS, genera cargas entre los constructos reflexivos y sus indicadores y pesos entre los constructos formativos y sus indicadores. Este algoritmo también produce coeficientes de regresión estandarizados entre constructos, y coeficientes de determinación múltiple para todos los constructos endógenos del modelo.

En un modelo PLS, la confiabilidad individual del ítem es valorada, examinando las cargas o correlaciones simples de los indicadores con su respectivo constructo. Las variables latentes con indicadores formativos deben ser evaluadas en función de sus pesos y no de sus cargas. Para examinar qué tan bien los indicadores son explicados por su variable latente se debe usar un índice llamado comunalidad, este mide cuánta de la varianza de una cierta variable manifiesta se le puede adjudicar a su variable latente (Haenlein y Kaplan, 2004). Así pues, se ha demostrado que los métodos matemáticos de PLS son bastante rigurosos y robustos (Haenlein & Kaplan, 2004). En

resumen, el PLS puede ser una herramienta poderosa por las mínimas demandas de escalas de medición, tamaño de muestra y distribuciones residuales (Chin, 2010).

Cabe señalar que el PLS es una técnica comúnmente empleada para mediciones de competitividad donde resaltan diversos estudios, tales como el estudio de Competitividad y empleo en los Sistemas Productivos locales de la CAPV de Larrea (1999), el de Variables e Índices de Competitividad de las Empresas Exportadoras, utilizando el PLS de Bonales, Zamora y Ortiz (2015); Emerging economies' institutional quality and international competitiveness: A PLS-SEM approach de Buitrago R., R. E., Barbosa Camargo, M. I., & Cala Vitery, F. (2021), entre otros estudios.

No obstante, la relación entre competitividad y desarrollo no se ha abordado a través de la metodología del presente trabajo. Su utilización para la medición de modelos de competitividad obedece a que la técnica PLS presenta varias ventajas en comparación con otras técnicas, al ser más flexible, ya que esta técnica puede utilizar tamaños pequeños de muestra, sin ser necesario que se asuma una distribución normal de los datos, y en las relaciones entre constructos y sus indicadores se pueden incorporar métodos de medida reflectivos y formativos; la PLS tiene como objetivo maximizar la cantidad de varianza explicada (maximiza el coeficiente de determinación $[R^2]$); en la evaluación del modelo global (estimación del modelo de medida) no se establecen criterios de bondad de ajuste, sino que se evalúan por separado las medidas reflectivas y formativas; y el algoritmo básico de la PLS sigue un enfoque de dos pasos, el primero se refiere a la estimación iterativa de las puntuaciones de las variables latentes, y el paso segundo se refiere a la estimación final de los pesos, cargas y coeficientes *path* por medio de la estimación de mínimos cuadrados ordinarios (múltiples y sencillos), y del análisis de componentes principales (Hair, et al., 2017) y (Henseler, Ringle y Sarstedt, 2015).

2.1 Variables latentes y observadas

Las variables denominadas latentes tienen como característica no ser directamente observables o medidas por un instrumento generalmente aceptado (Schumacker y Lomax, 2004). Las variables que contribuyen a formar estas variables latentes son llamadas variables manifiestas, variables observadas o indicadores. En el contexto de Modelación Path PLS, las variables latentes serán obtenidas como una combinación lineal de su grupo de variables observadas (indicadores) (Loehlin, 1988). Se asume que cualquier medición será imperfecta (Bollen, 1989), como lo muestran Haenlein y Kaplan (2004), cada observación en el mundo real viene con un cierto error de medición, el cual puede estar compuesto de dos partes: (a) error aleatorio

(causado por el orden de los ítems en un cuestionario o sesgo del encuestado), y (b) error sistemático, debido a la varianza del método. Por ello, el valor observado de un ítem es siempre la suma de tres partes, llamadas, el verdadero valor de la variable, el error aleatorio y el error sistemático. Las variables latentes son medidas a través de indicadores, usualmente preguntas en un cuestionario, que son llamadas variables observadas o manifiestas. Por su parte, los errores de medición de los indicadores muestran la porción de este que mide algo distinto a la variable latente (Blunch, 2008).

3. Variables Seleccionadas

Con el propósito de comprobar la hipótesis previamente planteada, mediante el uso de la técnica PLS y tomando en consideración a las circunspecciones estipuladas en el párrafo anterior, se seleccionaron para el análisis variables pertenecientes a la dimensión de competitividad internacional y a la dimensión de desarrollo humano de una serie de once países, que forman parte de la región Asia-Pacífico, los cuales son Australia, Canadá, Chile, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Japón, México, Nueva Zelanda, Rusia y Singapur. El periodo de tiempo analizado comprende una duración total de siete años, específicamente el periodo del 2010 al 2019. Quedando así, la operacionalización de las variables de la siguiente manera:

- a) Dimensión de Competitividad Internacional. La competitividad internacional de estos países se medirá a través de tres variables, cada una de las cuales está compuesta por indicadores que reflejan el comportamiento de la variable. El conjunto total de estos datos se obtuvo de la OECD.
 - a. Variable de tecnología. Esta se medirá considerando el porcentaje de hogares que en el país cuentan con acceso a Internet mediante banda ancha o ADSL y el número de hogares con al menos una computadora de uso personal en condiciones funcionales, expresada como porcentaje del número total de hogares en el país.
 - b. Variable Tamaño de mercado. Se calculará a partir del número de personas cuya principal actividad laboral es el autoempleo dentro del país, junto con la cantidad de empresas en el sector manufacturero (corporaciones, cuasi-corporaciones, instituciones sin fines de lucro o empresas no incorporadas) que se encuentran operando en el país.
 - c. Variable comercio. Esta variable se va a definir mediante las exportaciones, importaciones, el valor doméstico cuya acepción es el valor agregado por una economía, al producir bienes y servicios generados para exportación y

transacciones de bienes y servicios entre residentes y no residentes.

- b) Dimensión de Desarrollo Humano. Esta dimensión se basó en el índice de desarrollo humano (IDH) propuesto por el PENUD de la Organización de las Naciones Unidas, dónde a partir de dicho índice, se realiza una medición del nivel de desarrollo humano dentro de los países seleccionados, considerando las siguientes variables:
- a. Variable Ingresos. Esta se construye por el PIB *per cápita*, la tasa de inflación dentro del país y la cantidad de crédito doméstico provisto por el sector financiero como porcentaje del PIB.
 - b. Variable Educación. Conformada a partir de la cantidad de personas como porcentaje total de la población que han iniciado los estudios en el nivel secundaria, así como la cantidad de años totales de estudio promedio en cada país.
 - c. Variable Salud. Esta se medirá a partir de la tasa de mortalidad infantil que se presenta en el país, su esperanza de vida y la cantidad de dinero que cada país invierte en el sector salud, expresado como porcentaje del PIB.

Una vez identificadas las dimensiones a analizar y determinar las variables a medir se procede a detallar a continuación los indicadores que se utilizarán para llevar a cabo el modelo PLS, así mismo, se especifican las claves a utilizar dentro del modelo a fin de un mejor reconocimiento y fácil interpretación de los indicadores (véase tabla 1).

4. Resultados

El primer análisis que se realiza es el de los efectos, que al permitir evaluar cómo un constructo exógeno contribuye a un constructo latente endógeno, como una medida de relevancia predictiva; el cual puede mostrar un efecto pequeño, medio (alrededor de 0.15) o grande (0.35 hacia arriba). De tal manera que se muestran los factores que afectan a cada índice.

Así pues, se puede apreciar que los efectos más grandes corresponden a la relación entre comercio internacional y salud con una carga de 3.029, seguida en orden descendente de la relación de tecnología y salud con 1.008, comercio internacional e ingresos con 0.99, tamaño de mercado y salud con 0.970, tamaño de mercado e ingresos con 0.956, tamaño de mercado y educación con 0.92, comercio internacional y educación 0.923.

Tabla 1
Dimensiones, variables e indicadores

Dimensión	Variable	Clave	Indicador	
Dimensión de Desarrollo Humano	Educación	EDU_Sec	Porcentaje de la población que ha alcanzado (más no necesariamente completado) la educación secundaria al cumplir los 25 años de edad.	
		EDU_AñosEst	Cantidad de años promedio dedicados a la educación por ciudadano al alcanzar 25 años de edad.	
	Salud	SAL_EspVida	Esperanza de vida.	
		SAL_Gast%PIB	Gasto porcentual del PIB en el sector salud	
		SAL_MortInf	Tasa de mortalidad infantil (por cada 1000 nacimientos con vida).	
	Ingresos	ING_PIBpC	PIB <i>per cápita</i> .	
		ING_Cred	Crédito doméstico dado por el sector financiero (expresado como porcentaje del PIB).	
		ING_Inf	Inflación medida por índice de precios al consumidor.	
	Dimensión de Competitividad Internacional	Tamaño de mercado	MER_AutoE	Porcentaje de la población económicamente activa que se encuentra en el auto-empleo.
			MER_Emp	Número de empresas registradas en el sector manufacturero.
Tecnología		TEC_AccInt	Porcentaje de hogares con acceso a internet (mediante un dial-up, ADSL o cable de banda ancha)	
		TEC_ComCas	Porcentaje de hogares que cuentan con al menos una computadora personal funcional.	
Comercio Internacional		COM_Exp	Exportaciones.	
		COM_Imp	Importaciones.	
	COM_Traf	Transacciones de bienes y servicios entre residentes y no-residentes, medido en millones de USD como porcentaje del PIB por comercio neto*.		
	COM_VDom	La diferencia entre la producción bruta a precios básicos y el consumo intermedio en precio de comprador, expresado como porcentaje del valor final.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2
Efectos totales

	Educación	Ingresos	Salud
Tamaño de mercado	0.925	0.956	0.970
Tecnología	0.335	0.814	1.008
Comercio Internacional	0.923	0.999	3.029

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo PLS.

Cabe recordar que el objetivo primario del modelo de *PLS* es la predicción, y es pertinente evaluar la bondad del modelo mediante dos índices principales:

los coeficientes de los *paths* estructurales y la predictividad combinada (R2) de los constructos endógenos (Chin, 2010).

Acorde con el criterio utilizado por Duarte y Raposo (2010), la varianza explicada (R2) para las variables endógenas debe ser mayor que 0.1. En la tabla 3, se observa el comportamiento de la varianza explicada o las *r* cuadradas, donde todas las variables muestran valores por arriba del 0.1. Así mismo se observa que la variable ingresos presenta los indicadores más altos, el R2 por 0.9240 y el R2aj 0.8714, seguido de la variable salud y la variable educación, como también se pueden ver de manera gráfica en la figura 1.

Tabla 3
R Cuadradas

	R Square	R Square Adjusted
Educación	4.577	3.945
Ingresos	9.240	8.714
Salud	9.348	8.720

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo PLS.

El proceso que sigue la modelación con el PLS inicia con la evaluación de los efectos directos o también conocidos como valores de *paths*, midiendo los pesos de las relaciones entre indicadores y sus variables respectivas, posteriormente, se realiza el cálculo de los *case values* para cada variable latente, para ello, se toma el promedio ponderado de sus indicadores, se evalúan los efectos totales entre las variables, que son la suma de los efectos directos e indirectos, a través de un diagrama de trayectoria o *path diagram* de tal forma que se muestran así las variables que afectan mayormente a cada índice de competitividad.

Los *case values* son valorados en un grupo de ecuaciones de regresión para determinar los parámetros de los coeficientes estructurales o *paths* (Haenlein y Kaplan, 2004). Como se observa en la figura 1, el algoritmo regresa nuevamente a las relaciones del modelo de medición en donde nuevos pesos (*outer weights*) son calculados, y el proceso continúa iterativamente hasta que se alcanza la convergencia de los pesos.

En cuanto al peso de las relaciones causales, se observa que la relación más débil se obtiene de la relación de la variable comercio internacional respecto de la variable salud, donde apenas se percibe un impacto. Mientras que los pesos más significativos, se obtienen de la relación entre las variables tecnología y educación con un valor de 0.734, seguido de tecnología e ingreso con un valor de 0.418, lo cual pone de manifiesto la importancia del desarrollo tecnológico e innovación como un mecanismo para generar condiciones para

el desarrollo humano, a través de la capacitación de las nuevas generaciones (ver tabla 4).

Tabla 4
Relaciones entre variables

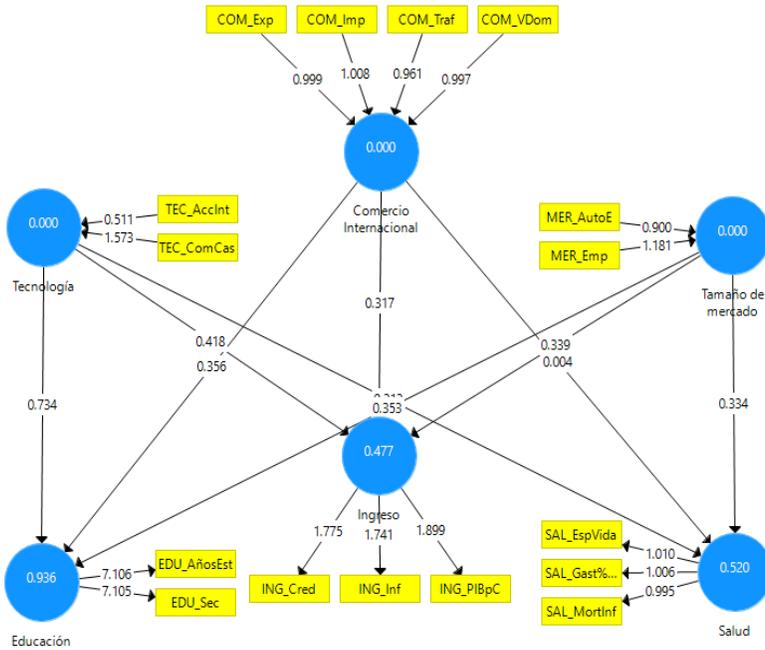
Relación entre variables	Coefficientes	T-Statistics	P-Values
Comercio Internacional -> Educación	0.356	0.923	0.356
Comercio Internacional -> Ingreso	0.317	0.999	0.318
Comercio Internacional -> Salud	0.004	3.029	0.002
Tamaño de mercado-> Educación	0.353	0.925	0.355
Tamaño de mercado-> Ingreso	0.339	0.956	0.339
Tamaño de mercado-> Salud	0.334	0.970	0.332
Tecnología -> Educación	0.734	0.335	0.738
Tecnología -> Ingreso	0.418	0.814	0.415
Tecnología -> Salud	0.269	1.008	0.314

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo PLS.

Dando como resultado un modelo estructural en forma gráfica que representa las relaciones entre constructos que son hipotetizadas en el modelo propuesto. Para analizar el modelo estructural con *PLS*, este debe ser planteado como un modelo recursivo, lo que significa que no se permiten *loops* en las relaciones estructurales. Después de procesar la técnica del *Bootstrapping* con 2000 observaciones con un margen de error de 0.5, se presentan los siguientes resultados para el caso del presente estudio, donde la variable con mayor peso respecto de la dimensión de competitividad (considerando las variables tecnología, comercio internacional y tamaño de mercado), es educación con un factor de 0.936, seguido por salud con 0.520 e ingreso con 0.477, dando un promedio total de la dimensión de desarrollo humano 0.6443.

Así mismo, resulta interesante analizar qué variables cobran más importancia para la conjugación de variables, por ejemplo, se puede apreciar que para el clúster salud, la esperanza de vida es la más significativa, seguida del gasto en salud como porcentaje del PIB y, por último, la mortalidad infantil, aunque con una ponderación similar. En el caso de la variable ingresos, el peso es para el PIB *per cápita*, seguido del crédito y la inflación. Mientras que, en el caso de la educación, los años de estudio tienen una carga más alta que la población con educación secundaria.

Figura 1
Interrelación de las variables de competitividad y desarrollo humano



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo PLS.

Al observar las tres variables analizadas (educación, ingresos y salud), es educación la variable donde los indicadores de competitividad tienen más impacto, con un valor de 0.936.

Como se puede apreciar se dio respuesta al objetivo de la presente investigación, al identificar las interrelaciones entre las variables de competitividad internacional (tecnología, comercio internacional y tamaño de mercado) respecto de las variables de desarrollo humano, como son educación, ingreso y salud para la Región Asia Pacifico. Observando que existe un impacto positivo de las primeras variables sobre las segundas, pese a que este impacto no fue tan grande como se esperaba, siendo el valor más alto de las relaciones causadas de 0.734 de la variable tecnología a la variable educación. Que, sin duda, ahora después de las adecuaciones al sistema educativo, con motivo de la pandemia Covid-19, tendrá un peso aún más significativo.

De acuerdo con el objetivo planteado, si el desarrollo humano y la competitividad están correlacionadas, ¿qué variables son las más importante para el bienestar económico de un país, una región, una industria y una empresa? De manera más específica, acorde con el modelo presentado y sus respectivas dimensiones, variables e indicadores, el impacto más grande de la competitividad en el desarrollo humano se da a través de la variable ingresos. El análisis continuo de la literatura confirma esta relación directa entre estos dos constructos. Sin sectores, industrias y/o empresas competitivas, el nivel de vida, la creación de bienestar económico, el nivel de ingresos, el nivel de empleo, la calidad de vida, la prosperidad económica, la distribución del ingreso, la riqueza, el pleno empleo de una nación será menor, ya que tendrá que renunciar a más producción para pagar sus importaciones. Así mismo, se observa una interrelación en salud y educación respecto de la competitividad, siendo esta menos pronunciada en el modelo expuesto, lo que pone de manifiesta la necesidad de que los gobiernos articulen estrategias para que la productividad permee a los diferentes sectores de la sociedad generando un bienestar real en las sociedades.

Cabe señalar que el presente modelo tiene como limitantes los propios indicadores utilizados, así como el set de países escogidos para su realización, por lo que se proponen para futuras líneas de investigación realizar un estudio similar, pero con más países o diferentes regiones, a fin de observar si se replican estos resultados.

5. Discusión

Se ha llevado a cabo en los últimos años un intenso debate académico, económico, político y social sobre cómo mejorar las formas de conceptualizar y medir la competitividad. La teoría clásica de la ventaja comparativa ha regulado durante mucho tiempo el pensamiento sobre el comercio internacional; actualmente, se reconoce como una explicación incompleta de la ventaja competitiva en todos los niveles (país, región, industria y empresa). Las innovaciones y los avances tecnológicos, los problemas ecológicos, y la escasez de recursos han creado nuevas oportunidades y limitaciones para ganar, mantener y mejorar la competitividad frente a los rivales en una economía cada vez más compleja y globalizada, considerando como objetivo de la competitividad la prosperidad de las naciones.

Como lo señala la revisión de literatura, muchos autores señalan que el bienestar nacional es determinado por la competitividad, la cual a su vez se instrumenta a través de la productividad con la que la nación utiliza sus insumos (recursos). No obstante, resulta importante analizar qué variables tienen un impacto real en el crecimiento y desarrollo de las sociedades, a fin

de focalizar esfuerzos entorno a medidas que impacten verdaderamente en el bienestar de las personas.

Al referirse a la competitividad de las economías mundiales, se puede complicar la tarea de esclarecer cómo las variables que tienen impacto en esta, causan dicho impacto o bien, cómo causan efecto en el desarrollo humano de la población y mientras algunos autores encuentran una relación estrecha, otros difieren de que incluso exista un impacto real de estas variables en los indicadores básicos para determinar desarrollo humano.

Considerando los resultados y el impacto que tiene la variable tecnología en la educación, aunado a los cambios que este sector se ha visto forzado a implementar debido al Covid -19, no solo es importante sino además necesaria la incorporación de las TIC en la educación formulando políticas públicas, presentando su incidencia en el aprendizaje, su rol frente a la sociedad de la información, los desafíos de la educación inclusiva, así como de las tecnologías emergentes. Así pues, las políticas públicas deberán enfocarse en la inversión en ciencia y tecnología, capacitación del profesorado en la incorporación de las TIC, como herramientas permanentes y no emergentes del sistema educativo.

Así mismo, considerando que la tecnología también genera un impacto positivo en la variable ingreso, se propone generar políticas públicas en torno al fomento de la innovación y desarrollo tecnológico, a fin de promover una economía competitiva que impacte verdaderamente en el desarrollo de la sociedad.

Por su parte, partiendo de que la variable Tamaño de mercado, medida a través del número de empresas y el auto empleo, mostró impactar en los tres factores de desarrollo (ingresos, educación y salud), es una variable a cuidar a través de políticas que incentiven, apoyen y promuevan la generación de empresas en las sociedades, así como en épocas de crisis como la que actualmente se vive, protejan a la industria y, por ende, los beneficios que se desprenden de ellas.

Conclusiones

El presente artículo demuestra cómo la Modelación de Ecuaciones Estructurales mediante la técnica de Partial Least Squares (PLS-SEM), así como mediante el muestreo y remuestreo llevado a cabo por el Bootstrapping de 2000 observaciones, puede ser aplicada exitosamente en modelos complejos que buscan explicar la realidad de sistemas macroeconómicos comprendidos entre una variedad amplia de elementos diversos y su impacto en las variables de desarrollo humano, junto con sus respectivas interrelaciones.

Para el caso del presente estudio, desarrollado a través de la técnica de PLS, partiendo de las variables consideradas para el caso de los países de la región Asia-Pacífico, es posible observar una relación entorno a las variables tecnología, comercio internacional y tamaño de mercado (variables típicamente usadas para medir la competitividad de las economías), respecto del nivel de desarrollo humano medido a través de las variables de educación, ingresos y salud.

Referencias

- [1] Abdel, G. y Romo, D. (2004). Sobre el concepto de competitividad en coord. Santiago Macias y Víctor Mirlos, Capacitación y competitividad. México, Grupo Noriega Editores, 288.
- [2] APEC (2021). Asia Pacific Economic Cooperation. StatsAPEC http://statistics.apec.org/index.php/apec_psu/index
- [3] Ávila, L. (2015). Integración de México con Asia: Acuerdo Estratégico Transpacífico de Asociación Económica (TPP). En L. A. Jiménez, Integración de México a las dinámicas globales y la potencialidad de la Alianza del Pacífico, Tijuana: Red de Relaciones Internacionales y Desarrollo Global, 291-298.
- [4] Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2012). Crecimiento Económico. Barcelona: Revertè.
- [5] Batista Foguet & Coenders Gallart, (2000). Modelos de ecuaciones estructurales. Ed. Hespérides, España
- [6] Blunch, N. J. (2008). Introduction to structural equation modelling using SPSS and AMOS. SAGE.
- [7] Bonales, J.; Zamora, A.; y Ortiz, C. (2015). "Variables e índices de Competitividad de las Empresas Exportadoras, utilizando el PLS". Cimexus, ISSN 1870-6479, ISSN-e 2007-9206, Vol. 10, N°. 2, (Julio - Diciembre), 13-32.
- [8] Boone, J. (2008). "New Way to Measure Competition". *Economics Journals*. 2008; 118 (531):1245-61. DOI: 10.1111/j.1468-0297.2008.02168.x
- [9] Bosse, D., Philips, R. y Harrison, J. (2009). "Stakeholders, reciprocity and firm performance". *Strategic Management Journal*, 30(4), 447-456.
- [10] Buckley, P., Pass C. y Prescott K. (1988). "Measures of international competitiveness: A critical survey". *J Mark Management* 4(2):175-200
- [11] Buendía, E. (2013). "El papel de la Ventaja Competitiva en el desarrollo económico de los países". *Análisis Económico*. Núm. 69, vol. XXVIII Tercer cuatrimestre, 55-78.
- [12] Buitrago, R., R. E., Barbosa Camargo, M. I., & Cala Vitery, F. (2021). "Emerging economies' institutional quality and international competitiveness: A PLS-SEM approach". *Mathematics*. <https://www.mdpi.com/2227-7390/9/9/928/htm>
- [13] Calva, J. L. (2009). Moritz, Situación y perspectiva de la economía mexicana, invierno 2008-2009, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.
- [14] Cepeda, G, y Roldán, J. (2004). "Aplicando en la práctica la técnica PLS en la administración de empresas". *Revista de la Universidad de Sevilla*, España. Recuperado de

[https://personal.us.es/jlroldan/Sitio_web/Partial_Least_Squares_\(PLS\)_files/Cepeda,%20Roldan%20%282004%29%20ACEDE.pdf](https://personal.us.es/jlroldan/Sitio_web/Partial_Least_Squares_(PLS)_files/Cepeda,%20Roldan%20%282004%29%20ACEDE.pdf)

- [15] Chin, W. W. (2010). "How to Write Up and Report PLS Analyses". En V. Esposito Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler, y H. Wang (Eds.), *Handbook of Partial Least Squares: Concepts, Methods and Applications*, 1, 655–690. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-32827-8_29
- [16] Chin, Wynne & Marcoulides, G.. (1998). "The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling". *Modern Methods for Business Research*. 8.
- [17] Constanza, R., Fisher, B., Ali, S., Beer, C., Bond, L., Boumans, Danigelis, N. L., Dickinson, J., Elliot, C., Farley, J., Gayer, D. E., Glenn, L. M., Mahoney, D. F., McCahill, L., McIntosh, B., Reed, B., Rizvi, A. T., Rizzo, D. M., Simpatico, T. & Snapp, R. (2007). "An Integrative Approach to Quality of Life Measurement, Research, and Policy". *Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*. 1(1) 1-6.
- [18] Cruz, Moritz. (2007). "La globalización como estrategia de desarrollo: la evidencia de los países desarrollados". *Investigación económica*, 66(259), 103-131. Recuperado en 08 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672007000100103&lng=es&tlng=es
- [19] Dixit, A. y Stiglitz, J. (1977). "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity". *The American Economic Review*, 67(3), 297–308. <http://www.jstor.org/stable/1831401>.
- [20] Fornell, C. (1982). A Second Generation of Multivariate Analysis: An Overview. en C. Fornell. Ed. *A Second Generation of Multivariate Analysis*.
- [21] Garduño, R., Ibarra, J. E. & Dávila, R. (2013). "La Medición de la Competitividad en México: Ventajas y Desventajas de los Indicadores". *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 4(3), 28-53.
- [22] Haenlein, M., and Kaplan, A. (2004). A beginner's guide to partial least squares analysis. *Understanding Statistics*, 3 (4), 283-97.
- [23] Hair, J., Hult, G., Ringle, C. y Sarstedt, M. (2017). *A Primer on Partial Least Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Estados Unidos, California: Sage.
- [24] Helliwell, J. F., Layard, R., Sachs J & De Neve J-E. (2020). *World Happiness Report*. Primera edición. Nueva York, USA: Sustainable Development Solutions Network.
- [25] Henseler, J., Ringle, C. y Sarstedt, M. (2015). "A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling". *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115-135.
- [26] INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (1998). "Indicadores de competitividad de la economía mexicana". Aguascalientes, México.
- [27] Jiménez, F. (2011). *Crecimiento Económico Enfoques y Modelos*. Lima, Perú: Fondo Editorial.
- [28] Johnson, R. (1997). *Examining the Validity Structure of Qualitative Research*. Educ. 118.
- [29] Krugman, P. (1979a). "A model of innovation, technology transfer, and the world distribution of income". *Journal of Political Economy*, 87 (2), 253-266. doi: 10.1086/260755

- [30] Krugman, P. (1979b). "Increasing returns, monopolistic competition and international trade". *Journal of International Economics*, 9(4), 469-479. doi:10.1016/0022-1996(79)90017-5
- [31] Krugman, P. (1990). "Rethinking international trade". Cambridge, MA: MIT Press.
- [32] Krugman, P. (1991). "Increasing returns and economic geography". *Journal of Political Economy*, 99, 483-499. doi: 10.1086/261763
- [33] Krugman, P. (1994). "Competitiveness: A dangerous obsession". *Foreign Affairs*, 73(2), 28-44. doi: 10.2307/20045917
- [34] Krugman, P. (1996). "Making Sense of the Competitiveness Debate". *Oxford Review of Economic Policy*, 12 (3), pp. 483- 499.
- [35] Larrea, J. L. (2018). "Desafíos a la Competitividad desde el Bienestar y la Cohesión Social". *Cuadernos Orkestra*, 35. 1-105.
- [36] Larrea, M. (1999). "Competitividad y empleo en los Sistemas Productivos locales de la CAPV". *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, ISSN 0213-3865, N°. 44, 1999, 144-173.
- [37] Loehlin, J. (1998). *Latent Variable Models. An introduction to factor, path, and structural analysis*, Lawrence Erlbaum Associates Inc., Publishers, New Jersey.
- [38] Lombana, Jahir, & Rozas Gutiérrez, Silvia. (2009). Marco analítico de la competitividad: Fundamentos para el estudio de la competitividad regional. *Pensamiento & Gestión*, (26), 1-38. Retrieved June 08, 2021, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-62762009000100002&lng=en&tlng=es
- [39] Lonska, J., & Boronenko, V. (2015). Rethinking Competitiveness and Human Development in Global Comparative Researches. *Procedia Economics and Finance*, 1030 - 1036.
- [40] Malecki, E (1997). "Technology and Economic Development". Longman, Londres.
- [41] Marsh, I. y S. Tokarik (1994). "Competitiveness Indicators: a Theoretical and Empirical Assessment". International Monetary Found, Nueva York, Working Paper 94/29.
- [42] Mas, M., Paluzie, E., Pons, J., Quesada, J., Robledo, J. C. & Tirado, D. A. (2007). *Competitividad, Crecimiento y Capitalización de las Regiones Españolas*. Primera edición. Bilbao, España: Fundación BBVA
- [43] Miquel, A. (2015a). El impacto del crecimiento sobre el bienestar económico sostenible de las naciones: análisis crítico. Departamento de Economía Aplicada e Historia Económica Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. UNED.
- [44] Miquel, A. (2015b). "La Medición del Bienestar Económico a través de las Macromagnitudes de la Contabilidad Nacional Ciriéc-España", *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*. N° 85/2015, 245-286.
- [45] Morris, D. (1979) "Measuring the condition of the world's poor: The Physical Quality of Life Index". Pergamon for the Overseas Development Council. 42. 1-176.
- [46] Mussi, C y Afonso, J. R. (2008). "¿Cómo conciliar desarrollo económico con bienestar social? Algunas reflexiones sobre los nuevos desafíos latinoamericanos". *Nueva Sociedad*, 215. mayo-junio de 2008, ISSN: 0251-3552.
- [47] Noyola, P. (1991), "La competitividad de la economía mexicana". en *L. Mercado (comp.)*, *Competitividad*, segundo seminario de El Economista, pp. 21-32.

- [48] OCDE (2015). Estudios Económicos de la OCDE Chile. OCDE.
- [49] Ordóñez, J. A. (2011). “¿Competitividad para qué? Análisis de la relación entre competitividad y desarrollo humano en México”. *Revista del Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo Reforma y Democracia*. 51. 2-20.
- [50] Ortega, O. y Bonales, J. (2014). “Modelación para la interacción entre factores de competitividad de las empresas agroindustriales del Estado de Michoacán”. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, Vol IX, No. 2. Julio-diciembre, 141-172.
- [51] Porter, M. (1990). “The Competitive Advantage of Nations”. EE. UU.: New York, Free Press, New York.
- [52] Porter, M. (1991). “Toward a Dynamic Theory of Strategy”. *Strategic Management Journal*, 12, 95-117.
- [53] Prahalad, C. y Hamel, G. (1990). “The Core Competence of the Corporation”. *Harvard Business Review*, 68, 79-90.
- [54] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2019). Informe sobre Desarrollo Humano 2019. Primera edición. Nueva York, USA: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- [55] Reyes, J. (2010). “El residuo de Solow”. [versión electrónica]. *Revista de Economía Institucional*, 12, 23, segundo semestre de 2010.
- [56] Schumacker, R. y Lomax, R. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. 2nd edition. Lawrence Erlbaum Associates, Inc
- [57] Siudek, T. y Zawajska, A. (2014). “Competitiveness in the economic concepts, theories and empirical Research”. *Acta Science Polonorum*. 2014;13(1):91–108.
- [58] Wysokinska, Z. (2003). “Competitiveness and its relationships with productivity and sustainable development”. *Fibres Text East Europe*. 11(3):11–4.

Ensayos Revista de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, volumen cuarenta, número dos, se terminó de imprimir el primero de noviembre del año dos mil veintiuno en los talleres de Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000.

El tiraje consta de 30 ejemplares.

Ensayos Revista de Economía es una revista arbitrada que publica artículos de investigación inéditos de alto rigor académico en los campos de la economía aplicada y teórica, la estadística y las ciencias sociales afines. Se publican trabajos en español e inglés dos veces al año, enero y julio. Está indexada en EconLit (*American Economic Association*), SciELO México, Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMCyT) del Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología (CONAHCYT), CLASE, Latindex, SciELO y puede consultarse en la base de datos Fuente Académica Premier™ de EBSCO y en *RePEc* (*Research Papers in Economics*).

Instrucciones para autores:

- Los trabajos deben corresponder a investigaciones concluidas que planteen claramente una hipótesis.
- Se dará preferencia a los trabajos que empleen un modelo teórico matemático como soporte o una metodología estadística/econométrica que someta a prueba la hipótesis.
- Los artículos deben enviarse acompañado de una carta firmada por el autor o los autores declarando que posee(n) los derechos de autor, que el trabajo es inédito y original, y que no está sometido, ni en proceso, para su publicación total o parcial en otra revista especializada o libro.
- El autor o los autores debe(n) enviar una copia de su currículum vitae.
- Los artículos pueden redactarse en inglés o español; sin embargo, el título, el resumen y las palabras clave deben presentarse en ambos idiomas.
- El resumen no excede las 150 palabras e incluye los códigos de clasificación JEL después del resumen.
- El título del trabajo debe ser claro y breve (máximo 10 palabras).
- Los manuscritos deben enviarse en formato compatible con Microsoft Word, con una extensión máxima de 45 cuartillas, interlineado de 1.5, y fuente Times New Roman tamaño 12.
- Las gráficas y cuadros deben enviarse en formato Excel. No se deben incluir gráficas o cuadros en formato de imagen.
- La sección de referencias incluye únicamente los trabajos citados en el texto, ordenados alfabéticamente y siguiendo el formato establecido para citar artículos, libros, capítulos de libros, informes técnicos, tesis, entre otras fuentes de información. Las instrucciones de citación están disponibles en la página de la revista.
- Los artículos deben enviarse de forma electrónica a través de la página de la revista: <http://ensayos.uanl.mx>. Para ello, el autor debe registrarse en la página como usuario y seguir los cinco pasos para nuevos envíos.

Ensayos Revista de Economía is a peer-reviewed journal that publishes original research articles of high academic rigor in the fields of applied and theoretical economics, statistics, and related social sciences. The journal publishes works in both Spanish and English twice a year, in January and July. It is indexed in EconLit (*American Economic Association*), SciELO Mexico, *Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología* (CRMCyT) of the *National Council of Science, Humanities, and Technology* (CONAHCYT), CLASE, Latindex, SciELO, and can also be accessed through the *Fuente Académica Premier™* database by EBSCO and *RePEc* (*Research Papers in Economics*).

Author guidelines:

- The papers must correspond to completed research that clearly states a hypothesis.
- Preference will be given to papers that employ a supporting mathematical theoretical model or a statistical/econometric methodology that tests the hypothesis.
- Articles must be accompanied by a signed letter from the author(s) declaring ownership of the copyright, originality of the work, and that is not under review or in process for full or partial publication in another specialized journal or book.
- The author(s) must send a copy of their curriculum vitae.
- Articles may be written in English or Spanish; however, the title, abstract, and keywords must be presented in both languages.
- The abstract must not exceed 150 words, and should include JEL classification codes after the abstract.
- The article title should be clear and concise (maximum of 10 words).
- Manuscripts must be submitted in a Microsoft Word compatible format, with a maximum length of 45 pages, 1.5 line spacing, and Times New Roman font, size 12.
- Graphs and tables must be submitted in Excel format. Graphs or tables in image format are not accepted.
- The reference section should include only works cited in the text, listed alphabetically and following the citation format for articles, books, book chapters, technical reports, theses, and other sources. Citation guidelines are available on the journal's website.
- Articles must be submitted electronically through the journal's website: <https://ensayos.uanl.mx>. Authors must register as users and follow the five steps for new articles.

ENSAYOS
Revista de Economía