

# **E**NSAYOS *Revista de Economía*

Volumen XLIII, número 1

enero de 2024

## Artículos

### **Satellite Nighttime Lights as a Measurement of Economic Growth in Mexico's Municipalities**

*Andrés Jerson Millán López, Daniel González Olivares*

### **Impacto del Covid-19 y variables macroeconómicas en la capitalización de las empresas del IPC35 por sector: panel con FMOLS y DOLS**

*Magnolia Miriam Sosa Castro, María Alejandra Cabello Rosales, Edgar Segundo Ortiz Calisto*

### **Determinantes de la corrupción en México: aplicación con enfoque bayesiano**

*Héctor Flores Márquez, Adrián Jiménez Gómez*

### **Propuesta de matriz de contabilidad social para México 2022**

*Carlos Manuel García Remigio, Manuel Alejandro Cardenete Flores, Francisco Venegas-Martínez*



# 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. 43, No. 1, enero-julio 2024. 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 enero de 2024. 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>Satellite Nighttime Lights as a Measurement of Economic Growth in Mexico's Municipalities</i>	1
Andrés Jerson Millán López, Daniel González Olivares	
<i>Impacto del Covid-19 y variables macroeconómicas en la capitalización de las empresas del IPC35 por sector: panel con FMOLS y DOLS</i>	19
Magnolia Miriam Sosa Castro, María Alejandra Cabello Rosales, Edgar Segundo Ortiz Calisto	
<i>Determinantes de la corrupción en México: aplicación con enfoque bayesiano</i>	51
Héctor Flores Márquez, Adrián Jiménez Gómez	
<i>Propuesta de matriz de contabilidad social para México 2022: un análisis estructural postpandemia de los sectores estratégicos, clave, impulsores e independientes</i>	83
Carlos Manuel García Remigio, Manuel Alejandro Cardenete Flores, Francisco Venegas-Martínez	





# Satellite Nighttime Lights as a Measurement of Economic Growth in Mexico's Municipalities

## Luces Satelitales Nocturnas Como Medida del Crecimiento Económico en los Municipios de México

Andrés Jerson Millán López \*, Daniel González Olivares \*\*

Article information	Abstract
Received: 30 September 2022	The lack of information regarding economic performance and the temporal limitations of national accounts and economic censuses at a local level in Mexico motivates the exploration of alternative indicators. Based on Henderson (2012), in this document, economic dynamism is analyzed through the use of satellite nighttime lights images. This construction complements the omissions of information and measures economic dynamism at a sub-national level. Results highlight that changes in luminosity observed from outer space are positively related to economic dynamism, therefore the luminosity variable can be used as a proxy to analyze changes in Gross Domestic Product (GDP).
Accepted: 22 September 2023	
JEL Classification: E01, E23, O11, 047.	
Keywords: satellite nighttime lights images, economic dynamism, municipalities.	
Información del artículo	Resumen
Recibido: 30 septiembre 2022	La falta de información sobre el desempeño económico y las limitaciones temporales de las cuentas nacionales y los censos económicos a nivel local en México motiva la exploración de indicadores alternativos. Con base en Henderson (2012), en este documento se analiza el dinamismo económico a través del uso de imágenes satelitales
Aceptado: 22 septiembre 2023	

\* Universidad de Guadalajara, CUCEA; [jerson.millan@cucea.udg.mx](mailto:jerson.millan@cucea.udg.mx), <https://orcid.org/0000-0003-4112-8302>.

\*\* Universidad de Guadalajara, CUCEA; [daniel.gonzalez.o@cucea.udg.mx](mailto:daniel.gonzalez.o@cucea.udg.mx), <https://orcid.org/0000-0002-9052-2763>.



---

Clasificación JEL: E01, E23, O11, O47.

Palabras clave: imágenes satelitales de luces nocturnas, dinamismo económico, municipios.

---

de luces nocturnas. Esta construcción complementa las omisiones de información y mide el dinamismo económico a nivel subnacional. Los resultados destacan que los cambios en la luminosidad observados desde el espacio exterior se relacionan positivamente con el dinamismo económico, por lo que la variable luminosidad puede usarse como proxy para analizar los cambios en el Producto Interno Bruto (PIB).

---

## Introduction

It is important to consider that the GDP is a reference gauge, capable of measuring economic growth of countries in general or any region at any level. Its relevance lies in the fact that it is an indicator that is associated with the general well-being and economic development, at the same time, due to its own methodological characteristics in its measurement, it is presented as a macro indicator at a national and state level. However, particularly in Mexico, it has not been possible to obtain such an indicator at any sub national disaggregation, for example, municipalities, cities or micro-regions, including areas where political-administrative delimitations are not present such as lagoon regions or conurbations between two states or municipalities.

Due to the above, the existing empirical literature shows methods for measuring economic growth through remote sensing (satellite images) that manage to capture human activity from outer space. Henderson et al. (2012, pp 1023-1024), for example, used satellite images that capture the light emitted by countries into outer space. In the document, the authors applied a fixed effect panel data model to demonstrate that there is a positive relationship between light levels and economic growth and showed that in areas with limited ability to generate macroeconomic information such as in Sub Saharan Africa, light can be used as a proxy for economic growth.

For countries with well established national accounts systems, luminosity may have a marginal value in analyzing their GDP dynamics, however, for countries with weak national accounts, such an indicator, could potentially add new possibilities to understand economic dynamism at different sub national level, without raising 'reasonable' doubt in terms of statistical reliability.

In this document, as a result, such a novel spatial technique in conjunction with the usual national accounts data, are used to measure and

understand the economic dynamism that Mexico's municipalities have as well as any other sub national disaggregation.

Our goal is to understand the spatio-temporal interactions between how the municipalities' economic activities are generated and how the productive clusters are formed.

This research is divided into 5 sections. In the first section, a review framework is explored and, through different empirical works, the use of satellite images to analyze economic dynamism is established. In section two, the characteristics of the data, the sources of information, as well as the development of the luminosity indicator are shown. Section three illustrates methods for instrumenting GDP via the luminosity indicator. The fourth, the applications of the instrument are exposed and the economic integration at a municipality level is shown. Finally, in section five the conclusions of this research are presented.

## **1. Instrument Applications and use of Satellite Data in Economics.**

The existing literature in the field considers many instruments to analyze economic performance. Two examples are Young (2012) and Good (1994). Young (2012) builds proxies to measure consumption growth over 56 developing countries using microeconomic data extracted from demographic and health surveys. Good (1994), similarly, considered the number of letters sent per inhabitant as a proxy for production in 22 sub regions of the Habsburg Empire over the period 1870-1910. In his document, postal activity measured economic growth.

In another example, using remote sensing (satellite images) Burgess et al. (2012), studied deforestation in Indonesia. Forestry is highly regulated in Indonesia, but illegal logging is overlooked given the corruption that is rampant in the country. As a result, administrative statistics are subject to incorrect or modified information. Satellite data, however, allowed the author to measure deforestation. In the results, the author found a significant gap between the data issued by the administrative authorities (manipulated) and the real deforestation captured by satellites, which was considered as a proxy for the degree of corruption in the country.

While the cross-sectional correlation between what is captured with remote sensing and human activity has been observed since shortly after the declassification of the data in 1972 (Croft, 1973; Doll, Muller, and Morley, 2006), currently, the use of luminosity has expanded after the

development of new processing methods and a greater distribution of digital files from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) in the 1990s and 2000s.

At the end of the last century, the first luminosity growth mappings were presented by Elvidge et al. (1997) and later Sutton et al. (2007) demonstrated that those changes can be considered as an alternative measurement of GDP.

Elvidge et al. (1997) developed a satellite inventory of human settlements based on night-time light emissions. The work provided insights into the spatial distribution and characteristics of urban development globally. Building upon this foundation, Doll (2008) created a comprehensive thematic guide, which served as a valuable resource for researchers and practitioners interested in night-time light remote sensing applications.

Following that line, Ebener et al. (2005) focused on modeling the distribution of income per capita at the sub-national level using nocturnal luminosity data. The study demonstrated that the use of night-time lights is a good proxy for wealth and highlighted the relationship between socio-economic indicators and health outcomes. Also, the research showcased the potential of night-time light imagery as a means to understand economic disparities and their implications for public health.

Expanding on these findings, Bhandari and Roychowdhury (2011) conducted a similar study in India and utilizing DMSP-OLS night-time images, the authors investigated the link between night lights and economic activity. Their research revealed insights into the spatial patterns of economic development within the country, showcasing the potential of night-time light remote sensing as a cost-effective tool for monitoring economic growth and urbanization. Ghosh et al. (2009), at the same time, showed that the difference between the spatial patterns of nighttime lights (captured via satellite images) and economic activity are a good proxy to estimate the formal and informal economy of Mexico.

Rangel-Gonzalez and Llamosas-Rosas (2019), at the same time, proposed satellite nightlights to measure non-registered economic activity in Mexico. Their research offered a novel approach to capturing economic activity that is not accounted for in official records. By analyzing satellite nightlight data, the authors provided insights into the spatial distribution and magnitude of non-registered economic activity in Mexico. This study shed light on the potential of satellite imagery as a valuable tool for

enhancing economic measurement and understanding of the informal sector.

Complementing such document, Petricioli (2015) conducted a study that explored the process of obtaining, processing, and calibrating a time series of satellite nightlight images to estimate the economic growth of different states in the country (Mexico). By leveraging remote sensing data, the author provided valuable insights into the economic dynamics of the Mexican states and the potential of satellite imagery in estimating regional economic growth. The study showcased the importance of utilizing satellite-based approaches to enhance economic analysis at a sub-national level.

Chen and Nordhaus (2011) pointed out the deficiencies of the standard sources of macroeconomic data for some countries and proposed luminosity as the proxy for the standard GDP measurements. Recently, Henderson et al. (2012), using Chen's proposal, estimated economic growth worldwide, showing that capturing nighttime lights from outer space is an efficient proxy for economic growth and works at any subnational or supranational region, the latter is used as a guide for the present work.

The relevance in the use of these measurement alternatives is contrasted by Lee (2016) who used luminosity to measure economic growth in North Korea, emphasizing the advantage of having unmanipulated data over data that may be subject to dictatorial regimes. Thus, the luminosity captured by satellites has transfigured the standard way in which economic activity has been measured. These new measurements or approximation methods can be used as complementary alternatives to strengthen the national account of each country. That is to say, luminosity can be used as an instrument of economic growth; under the assumption that, in any country, lighting increases as income grows (Bils and Klenow 2001, Costa 2001, Young 2012).

## **2. Data and Methodology**

The nighttime satellite images were obtained from the Satellite Global Images of the National Center for Environmental Information<sup>1</sup> (NOAA). In

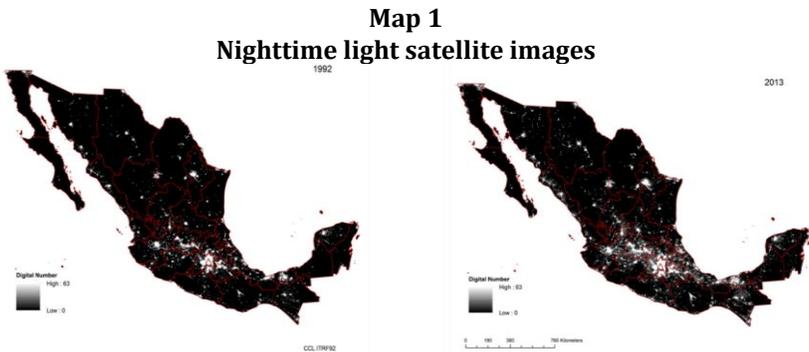
---

<sup>1</sup> The NOAA manages a fleet of geostationary and polar-orbiting meteorological spacecrafts that provide raw radiance data that are collected by ground stations and archived by National Centers for Environmental Information.

particular, the information was extracted from global images with stable average annual visible light and cloudless coverage, which was available from 1992 to 2013. For each year, there were one or two images available, and they are associated with one or two satellites, respectively. Our satellite selection criteria was based on the most recent images. It is from each satellite that we obtained a global image per year. Each image is free from weather distortions and light is averaged over a period of one year.

In this document, we dedicate our analysis exclusively to Mexico. Each image has approximately 2.5 million pixels of luminosity information. Given the distortion of the geographic coverage of the image by the Lambert conformal conic projection (LCC<sup>2</sup>), the centroid of each pixel was calculated and using the geographic coordinates of the states in Mexico, an overlapping layer was created, so that, at the end, all pixels were matched with the state they belong to.

Some pixels are identified in two or even three states. The luminosity of a pixel is assigned to the state in which its centroid falls. The luminosity of each pixel is taken for each image. The luminosity level is strictly between 0 and 63<sup>3</sup>, which causes a limitation problem; if light value in any region at time  $t$  is at its maximum, any positive change cannot be captured at time  $t+1$ , which is the case for Mexico City. From this, a panel-type data matrix is built with all states and a time horizon of 22 years.



Source: National Oceanic and Atmospheric Administration's National Geophysical Data Center.

<sup>2</sup> This projection states that all meridians should be lines equally spaced converging to the nearest pole.

<sup>3</sup> To the reader, 63 should be understood as the highest level of luminosity and 0 the lowest level. The NOAA limits the images at 63. The intensity measures the quantity of electromagnetic radiation that is emitted from the Surface of earth and is captured by the satellite sensor.

Maps 1 and 2, depict the luminosity of a pixel mapped to the state it belongs to. Map 1, for example, shows the transition Mexico faced from 1992 to 2013 in terms of luminosity. As can be seen, the growth is noticeable with Mexico City (and all other metropolitan areas) as the predominant. Map 2, relatedly, shows luminosity growth rate, which supports the previous idea.

**Map 2**  
**Nighttime light satellite image in differences 1992 – 2013**



Source: See Map 1.

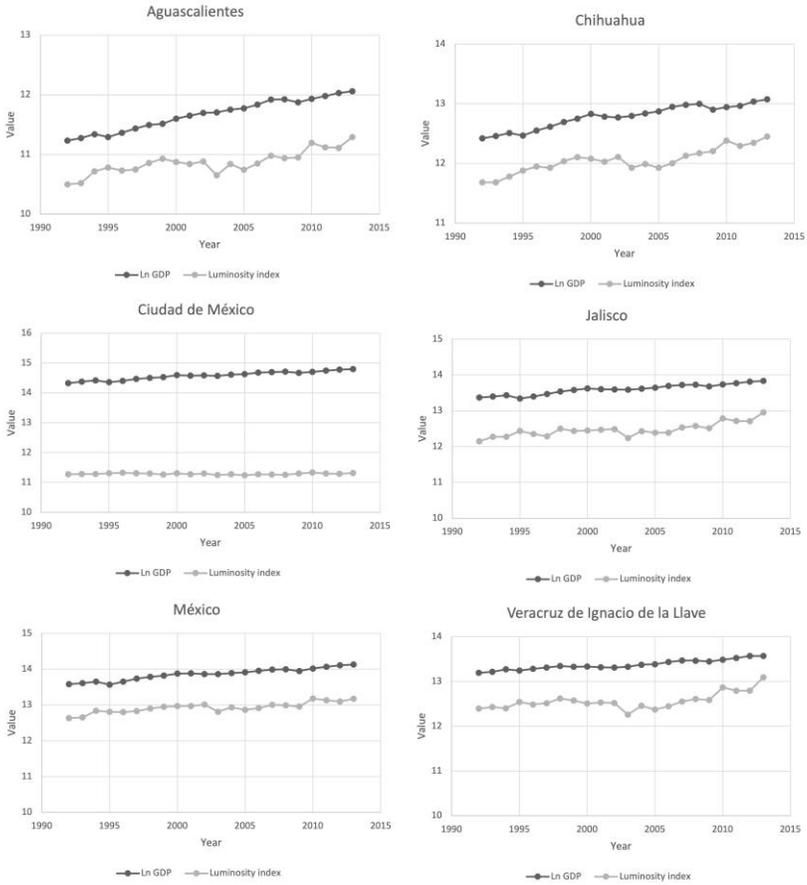
Graph 1<sup>4</sup>, at the same time, using Henderson's methodology, shows yearly growth rates of nighttime light as well as GDP growth for selected states in Mexico thought 1992-2013. As can be seen, the luminosity variable has grown constantly in all states, except for Mexico City, which, due to the limitations of the satellite, remains constant for the period of analysis. For GDP growth, likewise, a similar pattern is depicted; a constant growth in GDP for all states except for Mexico City, where the variable is at its maximum.

Considering all that, it is easy to understand that the behavior of luminosity is quite similar to that of the GDP and although this relationship is just apparent, it opens the analysis for the following section.

---

<sup>4</sup> See Appendix for full information.

**Figure 1**  
**Nighttime light growth and GDP growth by state, Mexico 1992-2013**



Source: National Geophysical Data Center, NOAA. INEGI.

### 3. Nighttime lights as a Measure of Economic Activity

Equation (1) specifies our panel-type data analysis equation. In this application, nighttime light is used to estimate real GDP.

$$Z_{jt} = \theta_0 + \varphi X_{jt} + \beta_1 Dummy_t + \beta_2 Dummy_j + e_{jt} \tag{1}$$

Where:

$Z_{jt}$  = Log real GDP of the state  $j$  at time  $t$

$X_{jt}$  = Log nighttime light per square kilometer of the state  $j$  at time  $t$

$Dummy_t$  = Control variable for time

$Dummy_j$  = Control variable for state

Table 1 column 1 shows the results of the fixed effect estimation in a log panel regression (equation 1). As can be seen, the estimate of  $\varphi$  is 0.649, is statistically significant at the 5 percent level and the  $R^2$  is 0.793. Column 2 suggests that a quadratic specification does not fit the data given the term  $X_{jt}^2$  is not significant.

Columns 3 and 4, similarly, incorporated as controls, show variables that refer to the number of pixels with the maximum brightness ( $X_{jt}^{max}$ ), pixels with zero brightness ( $X_{jt}^{zero}$ ) and a spatial Gini coefficient ( $X_{jt}^{GINI}$ ), respectively.  $X_{jt}^{max}$  is calculated as the count of pixels that show the highest level of luminosity and controls the cities that present high concentration of light and  $X_{jt}^{zero}$  is the opposite and covers those areas with zero or low light.  $X_{jt}^{GINI}$ , finally, is calculated as the radiance concentration in the state and follows GINI index specification, so that a value close to 0 in that variable means equal distribution of luminosity within the state and a value close to 1 expresses high concentration of luminosity. At the end, from all the above, one can observe that light concentration ( $X_{jt}^{GINI}$ ) is statistically significant with a  $p$  value of 5 percent.

Columns 5, assess the relationship between GDP and light consumption in kilowatt-hours (KWH). The elasticity is 0.747 which is highly significant with a coefficient of determination of 0.81. Finally, column 6 tries to measure the robustness of luminosity ( $X_{jt}$ ) and we regress GDP ( $Z_{jt}$ ) against  $X_{jt}$  and KWH. As can be seen, even after adding KWH, the luminosity estimator is strongly significant. In here, it is important to note that the fixed effect dummy variables for year and space allow us to compare the light from the satellite with the administrative records of the Federal Electricity Commission.

**Table 1**  
**Regression results for Mexico, real GDP**

	$Z_{jt}$					
	1	2	3	4	5	6
$X_{jt}$	<b>0.649**</b>	<b>0.655**</b>	<b>0.65**</b>	<b>0.688**</b>		<b>0.29*</b>
	0.273	0.292	0.272	0.306		0.172
$X_{jt}^2$		<b>-0.009</b>				
		0.044				
$X_{jt}^{max}$			<b>0.003</b>			
			0.009			
$X_{jt}^{zero}$			<b>0.022</b>			
			0.024			
$X_{jt}^{GINI}$				<b>.38**</b>		
				0.306		
KWH					<b>0.747**</b>	<b>0.655**</b>
					0.328	0.295
<b>Observations</b>	<b>704</b>	<b>704</b>	<b>704</b>	<b>704</b>	<b>704</b>	<b>704</b>
<b>State</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
<b>Within Rsq</b>	<b>0.793</b>	<b>0.793</b>	<b>0.793</b>	<b>0.794</b>	<b>0.811</b>	<b>0.813</b>

Note: All panel specifications are for fixed effects.

\* Significance level at 1%

\*\* Significance level at 5%

\*\*\* Significance level at 10%

From these results, we can extract the instrument. The model suggests that 79 percent of the economic activity in the states is determined by variations in nighttime light, so, statistically speaking, nighttime light can be used as a proxy for economic growth. As mentioned earlier, there are states (for example Campeche or Mexico City) that possess a luminosity value way above that of the rest. Such behavior reveals that there are important economic differences between the states in Mexico and, contrary to what Henderson states, if one tries to use luminosity as a proxy for economic growth, such differences must be considered, otherwise, the instrument may suffer from specification bias.

Table 2 shows equation (1) but now considering data at the state level, so that we end up with 32 regression and 32 sets of results. As can be seen, the coefficients are all significant and more importantly, they are all different from each other, which supports the previous idea. Here, it is important to notice that each regression considers only 22 observations in a time series fashion, therefore, results must be carefully interpreted.

Also, following the above discussion, Campeche and Mexico City are states whose coefficients are nonexistent, however, that comes from the fact that each state presents zero or almost zero variation in the variable given that Mexico City, for example, shows the maximum value of luminosity in each year for the entirety of the period of analysis. In this document, as a result, spatial heterogeneity is controlled by weighting the instrument with the values we present in Table 2.

**Table 2**  
**Regression by states, real GDP**

State	R-sq	Coef.	Err. Std.
Aguascalientes	0.666	1.093	0.173
Baja California	0.620	0.650	0.114
Baja California Sur	0.838	1.060	0.104
Campeche	0.001	*	*
Coahuila de Zaragoza	0.585	0.941	0.177
Colima	0.682	0.730	0.112
Chiapas	0.718	0.335	0.047
Chihuahua	0.730	0.829	0.113
México city	0.001	*	*
Durango	0.510	0.587	0.129
Guanajuato	0.694	0.736	0.109
Guerrero	0.351	0.282	0.086
Hidalgo	0.712	0.459	0.065
Jalisco	0.639	0.607	0.102
México	0.774	1.020	0.123
Michoacán de Ocampo	0.508	0.498	0.110
Morelos	0.313	0.518	0.172
Nayarit	0.459	0.579	0.141
Nuevo León	0.630	1.123	0.193
Oaxaca	0.347	0.328	0.101
Puebla	0.403	0.754	0.205
Querétaro	0.705	0.963	0.139
Quintana Roo	0.866	1.015	0.089
San Luis Potosí	0.596	0.655	0.121
Sinaloa	0.565	0.419	0.082
Sonora	0.718	0.754	0.106
Tabasco	0.800	0.695	0.078
Tamaulipas	0.598	0.924	0.170
Tlaxcala	0.661	0.580	0.093
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.537	0.430	0.089
Yucatán	0.560	0.942	0.187
Zacatecas	0.672	0.683	0.107

Note: All panel specifications are for fixed effects.

It is important to notice that the projection that arises from these tables ( $\widehat{Z}_{ij}$ ), could be used as a proxy for GDP only in situations in which there is an endogeneity problem, as well as, in situations where a complement for data at a subnational level is required.

#### **4. Empirical applications of the instrument**

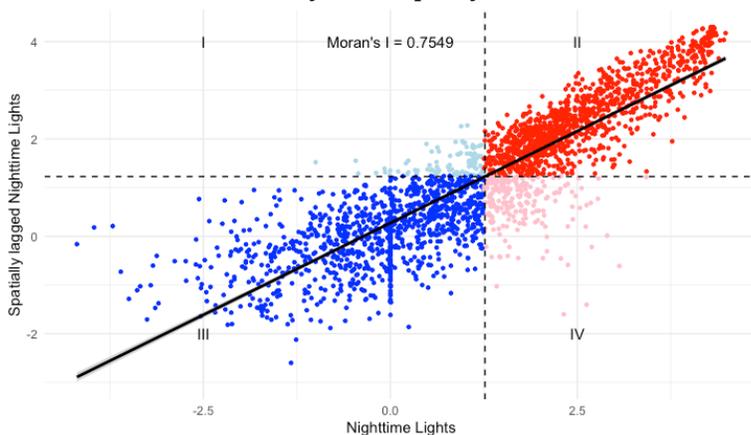
In this section, we present some applications for the luminosity variable. Having obtained our proxy for economic growth, economic performance can be analyzed in regions which wouldn't have otherwise been possible. For example, it is possible to construct a panel data set of production at a municipality level and analyze growth as we as economic integration between nearby neighbors. Also, given the robustness of our instrument, that application can be analyzed in metropolitan areas such as the Metropolitan Area of Mexico City. Here, it is worth mentioning that our instrument works even if cities belong to several municipalities. In these cases, the limits of the areas (metropolitan areas) do not coincide with the administrative political limits, as a result, our instrument is useful at any geographical level.

##### **4.1. Regional economic integration in Mexico**

The first approach studies the positives externalities of production on the neighboring economic performance via The Moran's I as show in Graph 2. In this context, in this application, we tried to appreciate the country's economic clustering at different sub national geographical levels. As can be seen, there is a positive spatial correlation of  $\rho=0.7549$  which states that, the country, as a whole, presents economic clusters with spatial-temporal dependences.

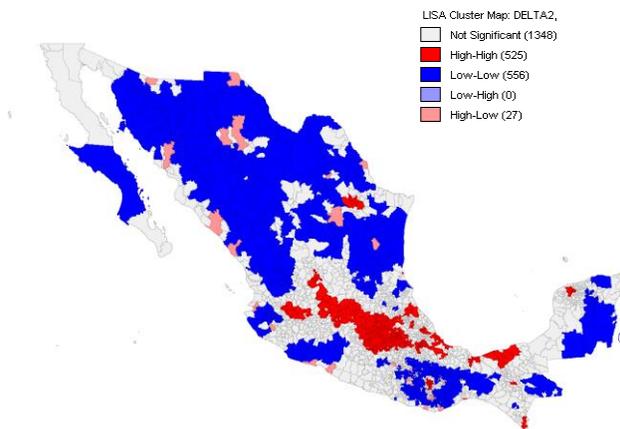
Quadrant II, in the same graph, shows the cluster of municipalities that have high levels of production and show a positive economic integration. Quadrant III, at the same time, displays those whose production is low and shows a positive economic integration. The local Moran's I cluster map (Map 3) shows the geography of micro-regional economic integrations, and as can be seen, it clearly displays the relevance of mainly industrialized areas as well as metropolitan areas.

**Figure 2**  
**Moran's index by municipality, Mexico 2013**



Source: Own elaboration

**Map 3**  
**Local Moran's index (LISA) by municipality, Mexico 2013**



Source: Own elaboration

#### 4.2. Autoregressive Spatial Dynamic Model, SAR

With a panel data set of GDP at a municipality level for Mexico (obtained via our instrument) there is room for hypothesis testing. Following

Elhorst (2010), in this section, economic integration between municipalities is analyzed using a fixed effects autoregressive spatial dynamic model. As stated above, our goal is to understand how the spatio-temporal interactions between the municipalities' economic activity are generated and how the productive clusters are formed.

The model presents the production of an  $i$ -th municipality (via its GDP proxied by our instrument) as a function of its temporal lag and that of its  $j$ -th neighbor. In other words, the economy of each municipality is not only due to how it combines its productive factors, but also, by what happens in neighboring economies in the previous periods, see equation 2.

$$\Delta IVGDP_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 \Delta IVGDP_{it-1} + \rho_1 w_{ij} \Delta IVGDP_{jt-1} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Where:

$\Delta IVGDP_{it}$  = Log nighttime light instrument of municipality  $i$  in time  $t$

$\Delta IVGDP_{it-1}$  = Log nighttime light instrument of municipality  $i$  in time  $t-1$

$w_{it}$  = Spatial matrix of interactions normalized REYNA-type

$\Delta IVGDP_{jt-1}$  = Log nighttime light instrument of municipality  $j$  in time  $t-1$

$\varepsilon_{it}$  = SAR Spatial dynamic error term of municipality  $i$  in time  $t$

In here, it is important to notice that  $w_{it}$  describes spatial interactions between municipalities and their neighbors following a REYNA-type matrix. At the end, in order to analyze spillover effects, this matrix captures better economic integration. A TORRE-type spatial matrix, on the contrary, might exclude some important interactions.

As can be seen, the model captures the externalities generated by the economic performance of the municipality to that of the nearby neighbors in  $t-1$ . As a result, if one tries to analyze economic regional integration at any sub national level, equation (2) together with our instrument, should be the preferred regression.

Due to the statistical significance of Morans I, table 3 shows that the municipalities grow together when there is a temporal synchronization in their economies (the Morans I coefficient measures the contemporary effect of the economic dynamics). Therefore, if Morans I is statistically

significant and positive, the region experiences a positive economic integration at time  $t$ . When municipalities grow asynchronously (negative and statistically significant  $\rho_1$ ), on the contrary, space-time relationships are reflected in the opposite way. This suggests that, if a municipality experienced economic growth, it was at the expense of that of nearby neighbors, which shows that the economies are negatively affected when they present desynchronized dynamics. It is important to notice that the goodness-of-fit between observations (R-sq: between) is better explained for our estimation model than that within observations, that is to say, our model explains the relationship better between the variables crosswise than longitudinally.

In here, there are 3 scenarios. First, when the region is coordinated, there is cooperation, and the economic interdependence of the municipalities generates positive effects emphasizing economic growth and integration. Second, when instead of coordination and cooperation, there is competition, there is a sort of predator, which shows economic growth at the expense of that of nearby neighbors. Third, the economies move independently and are not regionally integrated.

Such scenarios can easily be seen in the following map 3. For example, the south-center region (CDMX, Puebla, Queretaro, Mexico State, Veracruz, Tabasco and Aguascalientes) shows High-High cluster, meaning, they follow the first scenario, i.e, the region is coordinated. The South-East region (Oaxaca, Jalisco not including the capital, Chiapas and Campeche), at the same time, shows the third scenario. The second scenario, finally, is captured by the SAR dynamic Model, therefore, this contemporarily analysis using Map 3 as well as, Morans I, does not display such effect.

**Table 3**  
**Spatial Effects of Economic Performance at a Municipality Level,**  
**1992-2013**

	Obs	49120	length	20		
	groups	2456	Log-likelihood	-9150.624		
$IVGDP_{it}$			Coef.	Std. Err.	z	
Main					P >  z	
$w_{ij}\Delta IVGDP_{jt-1}$			-0.127	0.0067	-18.79	0.00
$\Delta IVGDP_{it-1}$			0.301	0.0045	65.61	0.00
Morans I			0.718	0.0036	194.38	0.00
$\sigma_e^2$			0.079	0.0004	160.05	0.00
				within	0.1637	
R-sq:				between	0.9518	
				overall	0.9061	

Note: Autoregressive spatial panel data model with 20 observation per group.

## Conclusions

Based on Henderson et al. (2012), in this document, it is proven that satellite nighttime lights can be used as a proxy for GDP in Mexico. However, contrary to what Henderson stated, rather than utilizing a unique parameter for specification in any regression, in this paper, different recalibrations that controlled for the economic heterogeneity of the country's regions were considered. At the end, economic performance and regional integration at different levels of geographical disaggregation were analyzed and the instrument (GDP instrumented by nighttime lights) showed robustness against any variable INEGI may present for measuring economic performance at regional level. Even though there are still tacit sources of error when using lights to measure economic growth, however, these do not affect the statistical validity of the estimator.

In the results, it is shown that Mexico's economic performance can be analyzed through the use of nighttime light and more importantly, it also is seen that such performance at any subnational level can be analyzed via our weighted instrument. Therefore, the space-time scale of our instrument makes it possible to analyze the spatial interactions of the areas within the regions and capture positive as well as negative externalities regardless of the political-administrative boundaries into which the country is divided.

There are 3 main scenarios that can be obtained directly from our analysis. First, when the municipalities within the region are coordinated, there is cooperation, and their economic interdependence generates positive effects which emphasize economic growth and integration. Second, when instead of coordination and cooperation, there is competition. So, in this scenario, there is a sort of predator, which shows economic growth at the expense of nearby neighbors and third, the economies move independently and are not regionally integrated.

From these findings, some main economic policy implications can arise. First, for those micro regions in which there is a contemporary coordination, for example, the central part of the country (the industrial cluster which includes municipalities that belong to states such as Queretaro, Guanajuato and Mexico state), a metropolitan or inter-state development policy can be applied. The goal here, given our methodology and results, would be that such municipalities generate joint strategies so that economic growth is potentialized. The policy should be a unique strategy and should overcome geo-political barriers such as state borders.

When municipalities grow asynchronously, the second policy implication should mitigate predatory behaviors and promote specialization, so that inter-regional competition is minimized.

Finally, the third policy implication refers to those regions that are not integrated (Jalisco's southeast region, for example) and looks to rethink the current development policy so that an economic integration plan based on their own particularly natural characteristics can be exploited.

## References

- [1] Bils, M., and Klenow, P. J. (2001). Quantifying Quality Growth. *The American Economic Review*, 1006-30.
- [2] Burgess, R., and Matthew Hansen, B. A. (2012). The Political Economy of Deforestation in the Tropics. *Quarterly Journal of Economics*, 1707-54.
- [3] Carlos Petricoli, "México desde el espacio: cómo obtener, procesar y calibrar una serie de tiempo de imágenes satelitales de iluminación nocturna para estimar el crecimiento económico de Entidades Federativas" (2015).
- [4] Chen, Xi, and William D. Nordhaus. (2011). Using Luminosity Data as a Proxy for Economic Statistics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(21): 8589-94.
- [5] Croft, T. A. (1973). Burning Waste Gas in Oil Fields. *Nature*, 375-76.
- [6] Doll, C. N., Muller, J.-P., and G. Morley, J. (2006). Mapping Regional Economic Activity from Night-time Light Satellite Imagery. *Ecological Economics*, 75-92.
- [7] Elhorst, J. P. (2010). Applied spatial econometrics: raising the bar. *Spatial Economic Analysis* 5 (1), 9-28.
- [8] Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Kihn, E. A., Kroehl, H. W., and Davis, E. R. (1997). Mapping city lights with nighttime data from the DMSP Operational Linescan System. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63(6), 727-734.
- [9] Ghosh, T., Anderson, S., Powell, R. L., Sutton, P. C., and Elvidge, C. D. (2009). Estimation of Mexico's informal economy and remittances using nighttime imagery. *Remote Sensing*, 1(3), 418-444.
- [10] Good, David F. (1994). The Economic Lag of Central and Eastern Europe: Income Estimates for the Habsburg Successor States, 1870-1910. *Journal of Economic History* 54(4): 869-91.
- [11] Henderson, J. Vernon, Adam Storeygard, and David N. Weil. (2012). Measuring Economic Growth from Outer Space. *American Economic Review*, 102(2): 994-1028.
- [12] Lee, Yong Suk. (2018). International isolation and regional inequality: Evidence from sanctions on North Korea. *Journal of Urban Economics* 103: 34-51.

- [13] Rangel-Gonzalez, E., & Llamosas-Rosas, I. (2019, November). An alternative method to measure non-registered economic activity in Mexico using satellite nightlights. In Presentation given at the 7th International Monetary Fund Statistical Forum, November (Vol. 14).
- [14] DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series (Version 4); Image and data processing by NOAA's National Geophysical Data Center. DMSP data collected by US Air Force Weather Agency. Available online: <https://ngdc.noaa.gov/eog/index.html> (accessed on 1 March 2019).
- [15] Sutton, Paul C., Christopher D. Elvidge, and Tilottama Ghosh. (2007). "Estimation of Gross Domestic Product at Sub-national Scales Using Nighttime Satellite Imagery." *International Journal of Ecological Economics and Statistics* 8(S07): 5-21.
- [16] Young, A. (2012). The African growth miracle. *Journal of Political Economy*, 120(4), 696-739.
- [17] Doll, C. N. (2008). CIESIN thematic guide to night-time light remote sensing and its applications. *Center for International Earth Science Information Network of Columbia University, Palisades, NY*.
- [18] Ebener, S., Murray, C., Tandon, A., & Elvidge, C. C. (2005). From wealth to health: modelling the distribution of income per capita at the sub-national level using night-time light imagery. *international Journal of health geographics*, 4(1), 1-17
- [19] Bhandari, Laveesh & Roychowdhury, Koel. (2011). Night Lights and Economic Activity in India: A study using DMSP-OLS night time images. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*. 32. 218. 10.7125/APAN.32.24.

# Impacto del Covid-19 y variables macroeconómicas en la capitalización de las empresas del IPC35 por sector: panel con FMOLS y DOLS

## Impact of Covid-19 and Financial Variables on the Capitalization of IPC35 Companies by Sector: Panel FMOLS and DOLS

Magnolia Miriam Sosa Castro\*, Edgar Segundo Ortiz Calisto\*\* y María Alejandra Cabello Rosales\*\*\*

Información del artículo	Resumen
Recibido: 06 noviembre 2022	El presente trabajo tiene por objetivo evidenciar el impacto que ha tenido la pandemia (número de contagios) y algunas otras variables clave como: el Índice general y sectorial de EE.UU., el tipo de cambio y el precio del petróleo WTI en los niveles de capitalización bursátil de las empresas que componen el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Para analizar dicho problema se emplean modelos de datos panel, uno general y seis sectoriales, a partir de las técnicas de: mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS) y mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados (FMOLS) para el período marzo 2020-marzo 2021. Los resultados señalan que existe un impacto negativo del Covid-19 y del tipo de cambio para la mayoría de las empresas. En cuanto a las variables índice general y sectorial estadounidense y precio del petróleo, para la mayoría de los sectores, se muestra un impacto estadísticamente significativo y de naturaleza positiva. Con base en lo esperado, los impactos para cada sector son diversos debido a la distinta naturaleza de cada uno de ellos.
Aceptado: 14 septiembre 2023	
Clasificación JEL: C01, F31, G10.	
Palabras clave: México, Covid-19, Mercado de Capitales, Tipo de cambio, DOLS, FMOLS.	

\* Facultad de Economía, UNAM; [msosac87@hotmail.com](mailto:msosac87@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-6597-5293>.

\*\* Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM; [edgaro@unam.mx](mailto:edgaro@unam.mx), <https://orcid.org/0000-0001-5486-2982>.

\*\*\* Facultad de Química, UNAM; [acr2001mx@yahoo.com.mx](mailto:acr2001mx@yahoo.com.mx), <https://orcid.org/0000-0002-3569-1142>.

Article information	Abstract
Received: 06 November 2022  Accepted: 14 September 2023	This article aims to examine the impact of the pandemic (number of contagious) and key financial variables (WTI oil price, exchange rate, US stock indexes) impact on the market capitalization levels of the companies of the Mexican Stock Index IPC35. To achieve that purpose, one general and six sectorial panel data models are displayed, based on the techniques of: Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS) and Completely Modified Ordinary Least Squares (FMOLS) for the period March, 2020 - March, 2021. The results suggest that there is a negative impact of Covid-19 and the exchange rate for most of the companies. As for the general and sectorial U.S. index and oil price variables, for most of the sectors, there is a statistically significant and positive impact. Based on what is expected, the impacts for each sector are diverse due to the different nature of each one of them.
JEL Classification: C01, F31, G10.	
Keywords: México, Covid-19, Stock market, Exchange rate, DOLS, FMOLS.	

## Introducción

Como una manifestación de la globalización, el coronavirus SARS-Cov-2 que causó la pandemia por la enfermedad Covid-19, puso en cuarentena a más del 70% de la población mundial en poco tiempo. Este contagio viral ha generado importantes pérdidas económicas manifestadas en términos de crecimiento y desarrollo, afectando de distinta manera a los diversos agentes de la sociedad e incrementando las ya existentes desigualdades.

La pandemia por Covid-19 ha representado un costo de grandes dimensiones a nivel global, tanto en salud como en economía. A más de un año de la declaración de emergencia sanitaria por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se han registrado más de 4 millones de muertes, de las cuales, más del 40% han sucedido en la región de las Américas (OMS, 2021). A nivel mundial México se encuentra en la décimo quinta posición en número de casos, y la cuarta en muertes. Dentro de la región se encuentra en la cuarta posición en número de casos y la tercera en muertes (OMS, 2021).

Durante el primer año de la pandemia y ante la ausencia de una vacuna contra SARS-CoV-2, el gobierno mexicano implementó una serie de medidas de contención, las cuales incluyeron acciones para evitar el desplazamiento de personas y el contacto social; por ejemplo, el cierre de escuelas, restricciones de viaje, cancelación de eventos masivos, entre otras. Además implementó medidas de saneamiento e higiene y la suspensión de aquellas actividades económicas consideradas no esenciales. La implementación de dichas acciones y la afectación por la

enfermedad generaron importantes efectos en diversos mercados, siendo uno de los más afectados el mercado de valores.

El mercado de valores tiene un papel clave para el crecimiento y desarrollo económicos, ya que permite a las empresas financiarse a partir de la emisión de acciones. El comportamiento “estable” y tendencia positiva de los precios de los títulos bursátiles es fundamental para garantizar que los inversionistas se sientan atraídos por obtenerlos. Así, la capitalización bursátil, que es el producto del número de acciones en circulación por su precio, es una variable clave para asegurar la disponibilidad de recursos que necesitan las empresas para producir, y para tener la posibilidad de realizar nuevas emisiones que les permita crecer y expandirse (Terceño y Guercio, 2011).

La actividad de las empresas permite demandar mano de obra, generando empleo, y bienes básicos e intermedios, lo cual también incentiva el funcionamiento y creación de otras empresas, creando mayores recursos para el gobierno a través del pago de impuestos y para la sociedad a partir del pago de sueldos y salarios.

Con base en lo anterior, el presente trabajo analiza el impacto que ha tenido la pandemia (número de contagios) y algunas otras variables clave como: el tipo de cambio, el precio del petróleo WTI y los índices general sectoriales estadounidenses, en los niveles de capitalización bursátil de las empresas por sector que componen el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Se realiza un modelo general (con 32 de las 35 empresas del IPC) y seis modelos por sector, siendo este nivel de detalle uno de los principales aportes de la investigación a la literatura.

Otra de las contribuciones de la presente investigación es la metodología propuesta ya que, la técnica de datos panel, en comparación con datos transversales, tiene un mayor alcance en cuanto a las inferencias que se pueden obtener. Lo anterior debido a que incorpora dos dimensiones: series de tiempo y datos de corte transversal (Pignataro, 2018). Asimismo, permite disponer de un mayor número de observaciones, incrementando los grados de libertad, reduciendo la colinealidad y derivando en mayor eficiencia en las estimaciones econométricas (Viscaíno y Holguín, 2009).

El trabajo se estructura en cuatro secciones, incluyendo la presente introducción. La segunda sección presenta una revisión de la literatura en torno al tema del Covid-19 y su impacto en los mercados accionarios. La

tercera sección presenta los datos que componen la muestra y la metodología implementada. La cuarta sección presenta los resultados obtenidos, y finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones.

## **1. Revisión de la literatura**

Dado que México es un país altamente dependiente de los capitales financieros internacionales, del precio del petróleo y de la actividad económica estadounidense, en la presente investigación se considera de suma importancia analizar el impacto que factores tales como el tipo de cambio, el precio del petróleo y los indicadores bursátiles estadounidenses tienen sobre el mercado de capitales mexicano.

En la presente investigación, la variable que se propone para analizar el impacto de las variables antes mencionadas en los sectores bursátiles de México es la capitalización de mercado. La capitalización de mercado es un indicador muy importante, ya que permite conocer el valor total de una empresa en la bolsa de valores. Si se suman los valores de capitalización de todas las empresas de un mercado se obtiene la capitalización del mismo. La obtención de dicho indicador es relativamente sencilla, ya que se multiplica el precio de las acciones en mercado abierto por el número total de las acciones en circulación.

La relevancia de la capitalización de mercado subyace en que I) da un referente de la dimensión/tamaño de la empresa (pequeña, mediana o gran capitalización), permitiendo al inversionista saber el poder de mercado de la empresa y su alcance relativo, II) la capitalización incide en la liquidez de la compañía, en general, empresas con mayor tamaño suelen tener más liquidez, es decir, es más fácil vender dichos títulos, III) la capitalización puede incidir en la percepción de la empresa, a mayor tamaño, se asume que la empresa está mejor establecida y es menos riesgosa, IV) cuando se tienen buenas expectativas sobre cierta empresa, la capitalización tiende a ser mayor, ya que el precio de las acciones incrementa.

En línea con lo propuesto en la presente investigación, la relación entre el tipo de cambio y el precio del petróleo sobre los indicadores bursátiles ha sido ampliamente reconocida para países como Nigeria (Abraham, 2016; Agbo y Nwankwo, 2019; Okere, Muoneke y Onuoha, 2021; y Sanuzi y Kapingura, 2022) y Vietnam (Long y Hanh, 2019; Dang, et al. 2020; Le y Loung, 2022). Específicamente para el caso de México, Delgado, Delgado y Saucedo (2018) analizan la interacción entre los precios del petróleo, el

tipo de cambio y la bolsa de valores de 1992 a 2017. Los resultados apuntan a que el tipo de cambio tiene un efecto significativo y negativo sobre el índice bursátil y que el precio del petróleo impacta al tipo de cambio.

Singhal, Choudhary y Biswal (2019) investigan la relación dinámica entre el precio del petróleo, del oro, el tipo de cambio y el mercado de capitales en México de 2006 a 2018. Los hallazgos sugieren que el precio del oro impacta positivamente a la bolsa, mientras que el precio del petróleo tiene efectos negativos. Al parecer, los precios del petróleo no tienen influencia sobre el tipo de cambio.

Con base en lo anterior, se propone un modelo multivariado que considera tres de los factores más importantes que se ha reconocido en la literatura tienen efectos en el mercado mexicano: tipo de cambio (Castañeda Martínez y López González, 2023 y Montenegro, Miranda e Iglesias, 2023), el precio del petróleo (Puyana Mutis y Rodríguez Peña, 2020; Fonseca, 2022 y Rodríguez, 2022) y los indicadores bursátiles estadounidenses, tanto generales como sectoriales, para tener un análisis más detallado (Santillán Salgado, et al., 2018; Rodríguez Benavides, Gurrola Ríos y López Herrera, 2021). Así como el número de contagios diarios, para evaluar el impacto de la pandemia en el índice general e índices sectoriales de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV).

Los efectos de la pandemia por Covid-19 han sido extensamente estudiados por diversos autores desde distintos enfoques y metodologías. En cuanto al impacto de la pandemia, y su repercusión en los mercados accionarios latinoamericanos, destacan algunos trabajos como aquel realizado por Doria y Niebles (2021) quienes analizan el mercado integrado latinoamericano –MILA– en tiempo de Covid-19. Los hallazgos muestran caídas significativas en las bolsas de la región a partir del anuncio de la Organización Mundial de la Salud, sobre la propagación de la pandemia.

En esta misma línea, Mendoza, *et al.* (2020) estudian el impacto de la pandemia Covid-19 en variables financieras relevantes en las principales economías de Latinoamérica, señalando que el índice de letalidad impacta de forma negativa a los índices bursátiles y a las tasas de interés, mientras que éste no tiene ningún efecto sobre los tipos de cambio.

Asimismo, Ashraf (2020) examina la respuesta de los mercados de valores a la pandemia de Covid-19. Utilizando los datos diarios de casos y muertes

confirmados por Covid-19 y los rendimientos del mercado de valores de 64 países durante el período del 22 de enero de 2020 al 17 de abril de 2020; encuentra que los mercados de valores respondieron negativamente al crecimiento de los casos confirmados de Covid-19. Asimismo, señala que los mercados de valores reaccionaron de manera más proactiva al crecimiento en el número de casos confirmados en comparación con el crecimiento en el número de muertes.

Por otra parte, existen estudios que analizan los efectos de la pandemia en la economía mexicana desde una perspectiva macroeconómica y financiera. Chiatichoua, *et al.* (2020) analizan los efectos del Covid-19 en la economía mexicana, con base en la aplicación de los modelos promedios móviles autorregresivos integrados (ARIMA) con los cuales pronostican el comportamiento de factores macroeconómicos durante la crisis (PIB, inflación, remesas, Índice de Consumo Mensual (ICM), y el Índice Nacional de Precios al Consumidor). Los resultados son importantes para generar propuestas que fortalezcan a la economía mexicana.

Avendaño y Peña (2021) analizan y valúan a las empresas del Índice de Precios y Cotizaciones Sustentable de México, antes y durante el Covid-19. Los hallazgos indican que se presentó un impacto negativo en la mayoría de los indicadores financieros de dichas empresas; el estudio provee valiosa información para los gerentes e inversionistas vinculados a dichas empresas.

Considerando las contribuciones anteriores, el presente estudio examina, con un enfoque metodológico original, el impacto que tuvo la pandemia y otros factores macroeconómicos clave (tipo de cambio, precio del petróleo e índices bursátiles sectoriales de EE.UU.) en el nivel de capitalización bursátil de las empresas que componen el IPC de la bolsa mexicana de valores. Una diferencia importante entre el presente estudio y aquellos previamente citados es el nivel de detalle, ya que los datos de las empresas fueron agrupados por sectores, para medir con mayor precisión el impacto de las diversas variables en la dinámica de cada sector y de manera general para el IPC. Igualmente, se ha elegido la metodología de datos panel: mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS) y completamente modificados (FMOLS) por el mayor alcance que tiene en la estimación al incorporar datos de series de tiempo y corte transversal.

## 2. Metodología y datos

### *Datos*

Se utilizan datos diarios de los niveles de capitalización bursátil de las empresas que componen el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de valores. El tabla 1 identifica a estas empresas.

**Tabla 1**  
**Empresas incluidas en el Índice de Precios y Cotizaciones en la BMV**

Sector	Clave	Nombre de la empresa	Sector	Clave	Nombre de la empresa	
Industrial	ALFA	Alfa, S.A.B. De C.V.	Productos de consumo frecuente	AC	Arca Continental, S.A.B. De C.V.	
	ASUR	Grupo Aeroportuario Del Sureste, S.A.B. De C.V.		BMBO	Grupo Bimbo, S.A.B. De C.V.	
	GAP	Grupo Aeroportuario Del Pacifico, S.A.B. De C.V.		CUERVO	Beele, S.A.B. De C.V.	
	GCARSO	Grupo Carso, S.A.B. De C.V.		FEMSA	Fomento Económico Mexicano, S.A.B. De C.V.	
	OMA	Grupo Aeroportuario Del Centro Norte, S.A.B. De C.V.		GRUMA	Gruma, S.A.B. De C.V.	
	ORBIA	Orbia Advance Corporation, S.A.B. De C.V.		KIMBER	Kimberly - Clark De México S.A.B. De C.V.	
	PNFRA	Promotora Y Operadora De Infraestructura, S.A.B. De C.V.		KOF	Coca-Cola Femsa, S.A.B. De C.V.	
VESTA	Corporación Inmobiliaria Vesta, S.A.B. De C.V.	WALMEX		Wal - mart De México, S.A.B. De C.V.		
Materiales	CEMEX	Cemex, S.A.B. De C.V.		Servicios financieros	BBAJO	Banco Del Bajío, S.A., Institución De Banca Múltiple
	GCC	Grupo Cementos De Chihuahua, S.A.B. De C.V.			BOLSA	Bolsa Mexicana De Valores, S.A.B. De C.V.
	GMEXICO	Grupo México, S.A.B. De C.V.	GENTERA		Genera, S.A.B. De C.V.	
	PE&OLES	Industrias Peñoles, S. A.B. De C. V.	GFINBUR		Grupo Financiero Inbursa, S.A.B. De C.V.	
Telecomunicaciones	AMX	América Móvil, S.A.B. De C.V.	GFNORTE	Grupo Financiero Banorte, S.A.B. De C.V.		
	MEGA	Megacable Holdings, S.A.B. De C.V.	Q	Qualitas Controladora, S.A.B. De C.V.		
	TLEVISA	Grupo Televisa, S.A.B.	Servicios y bienes de consumo no básico	ALSEA	Alsea, S.A.B. De C.V.	
				ELEKTRA	Grupo Elektra, S.A.B. De C.V.	
				LIVEPOL	El Puerto De Liverpool, S.A.B. De C.V.	

Fuente: elaboración propia a partir de datos de S&P Dow Jones Índices LLC

Por consistencia con la metodología y objetivo seleccionados (paneles por sector), únicamente se consideran treinta y dos de las treinta y cinco empresas que componen el IPC debido a que, en el IPC solamente se considera una empresa de los sectores tecnología, salud y energía y a que no se pueden estimar paneles con menos de dos secciones, la investigación excluyó las observaciones de dichos sectores y empresas.

La capitalización bursátil, es una métrica para conocer el valor de una empresa, y está determinado por el número de acciones que circulan en la bolsa, es decir, que indica el valor total de todas las acciones de una empresa que coticen en bolsa, las cuales pueden ser de libre compra y venta. El número de acciones se multiplican por el precio de cada día. Así, dicha variable indica tanto el tamaño de la empresa/número de acciones, como la fluctuación de los precios. En este sentido son variadas las investigaciones que utilizan esta medida para analizar la relación de ésta con otras variables, ya sean a nivel sectorial, nacional o internacional por ejemplos las realizadas por Ortiz, *et al.* (2007), López-Herrera, *et al.* (2021), Kumar y Kumara (2021) y Villarreal-Samaniego (2021), entre otros.

Asimismo, se utilizan datos diarios de variables macroeconómicas relevantes. El tipo de cambio fue elegido por la importancia que tiene, tanto para las empresas que tienen obligaciones en moneda extranjera, como para los inversionistas internacionales. Con base en Caballero y

Caballero (2016) la variación cambiaria tiene impacto directo en el rendimiento de las inversiones de cartera. Igualmente, incide en los niveles inflacionarios en términos nacionales, menoscabando la rentabilidad real de los activos domésticos. Algunas otras investigaciones que analizan la relación entre el mercado cambiario y de valores en tiempos de pandemia son aquellas desarrolladas por: Syahri y Robiyanto (2020) e Iyke y Ho (2021).

En cuanto al precio del petróleo, es un hidrocarburo de suma importancia para las actividades de transporte, producción y generación de otras energías, por lo que, las variaciones en el precio de dicho factor tienden a afectar los costos y, por ende, la rentabilidad de las empresas. Se ha elegido el precio del petróleo West Texas Intermediate (WTI) por su disponibilidad y por la representación que tiene dicho indicador a nivel internacional. Lo anterior, es consistente con otras investigaciones recientes como aquellas realizadas por Yao, *et al.* (2020), Bahrini y Filfilan (2020) y Sui, *et al.* (2021).

Estudios realizados por Ibarra Salazar (2013), Barajas-Escamilla, *et al.* (2014) Lorenzo-Valdés (2016), Moreno-Sáenz, *et al.* (2016), Benavides, *et al.* (2021) han demostrado la dependencia multidimensional, sobre todo comercial, económica y financiera, que existe entre México y Estados Unidos, es por ello que, en la presente investigación se propone investigar el impacto que el índice general S&P500 en la capitalización del IPC, como el impacto de los índices sectoriales estadounidenses en los niveles de capitalización de las empresas mexicanas de cada sector.

En línea con lo propuesto en otras investigaciones como aquella realizada por Mendoza, *et al.* (2020), Sosa, *et al.* (2020) y Doria y Niebles (2021), se toma el número de contagios diarios de Covid-19, para medir cómo la variación en el número de afectados por la pandemia impacta en la capitalización de las empresas.

### *Metodología*

Como se mencionó anteriormente, para analizar el impacto del Covid-19 y de factores macroeconómicos clave en los niveles de capitalización de las empresas del IPC a nivel general y sectorial, se propone una metodología que incorpora dos tipos de estimación de modelos panel: mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS) y mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados (FMOLS).

Una condición necesaria para la estimación de datos panel es que las variables tengan orden de integración (1) (Granger y Newbold, 1974). Así, como primer paso, se verifican las propiedades de estacionariedad de las variables empleando las pruebas de raíz unitaria de Levin, Lin y Chu (2002), Breitung y Candelon (2005), Im, Pesaran y Shin (2003), Maddala y Wu (1999) y Choi (2001).

Para cada prueba de raíz unitaria, se implementan los modelos con una tendencia determinista e intercepto. Mientras que, para las pruebas Im, Pesaran y Shin (IPS), Augmented Dickey y Fuller-Fisher (ADF-Fisher) y Phillips y Perron-Fisher (PP-Fisher) (Im, Pesaran y Shin 2003; Maddala y Wu, 1999; y Choi, 2001) las pruebas de raíz unitaria suponen una raíz unitaria única y los coeficientes de autocorrelación cambian para las secciones transversales, para las pruebas de raíz unitaria de Levin-Lin-Chu (LLC) y Breitung (Levin, Lin y Chu, 2002; y Breitung y Candelon, 2005) se permite una raíz unitaria común a lo largo de las secciones transversales.

Una vez que se evidencia la existencia de un orden de integración  $-I(1)$  para todas las variables-, se analiza la cointegración entre las variables, es decir, que exista una relación de equilibrio de largo plazo entre los factores que componen los modelos panel.

Como afirma Pedroni (1999), su prueba de cointegración se “basa en la combinación tanto dentro de las dimensiones como entre dimensiones. Pedroni (2001) ha desarrollado precisamente estadísticas que se basan en la combinación entre dimensiones, lo que permitirá la heterogeneidad en el término autorregresivo” (Kirikkaleli, 2016).

En cuanto a la prueba de cointegración, en la presente investigación, por simplicidad, se estima aquella propuesta por Kao (1999) basada en la prueba de Pedroni. A continuación, se describen ambas pruebas.

#### *Pruebas de cointegración de Pedroni (basadas en Engle-Granger)*

La prueba de cointegración de Engle-Granger (1987) se basa en un examen de los residuos de una regresión espuria realizada utilizando variables  $I(1)$ . Si las variables están cointegradas, los residuos deben ser  $I(0)$ . Por otro lado, si las variables no están cointegradas, los residuos serán  $I(1)$ . Pedroni (1999, 2004) y Kao (1999) extienden el marco de Engle-Granger a las pruebas que involucran datos de panel.

Pedroni (1999) propone varias pruebas de cointegración que permiten intersecciones heterogéneas y coeficientes de tendencia en las secciones transversales. Considera la siguiente regresión:

$$Y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} X_{1i} + \beta_{2i} X_{2i} + \dots + \beta_{Mi} X_{Mi} + e_{i,t} \quad (1)$$

Para  $t = 1, \dots, T$ ;  $i = 1, \dots, N$ ;  $m = 1, \dots, M$ ; donde  $y$  y  $x$  se supone que están integrados de orden uno, por ejemplo,  $I(1)$ . Los parámetros  $\alpha_i$  y  $\delta_i$  son efectos individuales y de tendencia que se pueden establecer en cero si se desea.

Bajo la hipótesis nula de no cointegración, los residuos  $e_{i,t}$  serán  $I(1)$ . El enfoque general es obtener los residuos de la ecuación (1) y luego probar si los residuos son  $I(1)$  ejecutando la regresión auxiliar,

$$e_{i,t} = \rho_i e_{i,t-1} + v_{it} \quad (2)$$

0

$$e_{i,t} = \rho_i e_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \psi_{ij} \Delta e_{i,t-j} + v_{it} \quad (3)$$

para cada sección transversal. Pedroni (1999) describe varios métodos de construcción de estadísticas para probar la hipótesis nula de no cointegración ( $\rho_i = 1$ ). Hay dos hipótesis alternativas: la alternativa homogénea, ( $\rho_i = \rho$ )  $< 1$  para todos  $i$  (que Pedroni denomina prueba intradimensional o prueba estadística de panel), y la alternativa heterogénea,  $\rho_i < 1$  para todos  $i$  (también denominada prueba estadística entre dimensiones o de grupo).

El estadístico de cointegración del panel de Pedroni  $\mathfrak{N}_{N,T}$  se construye a partir de los residuos de la Ecuación (2) o la Ecuación (3). Se generan un total de once estadísticas con diferente grado de propiedades (tamaño y potencia para diferentes  $N$  y  $T$ ).

Pedroni muestra que la estadística estandarizada tiene una distribución asintóticamente normal:

$$\frac{\mathfrak{N}_{N,T} - \mu\sqrt{N}}{\sqrt{v}} \Rightarrow N(0,1) \quad (4)$$

donde  $\mu$  y  $v$  son los términos de ajuste generados por Monte Carlo.

### Pruebas de cointegración de Kao (basadas en Engle-Granger)

La prueba de Kao (1999) sigue el mismo enfoque básico que las pruebas de Pedroni, pero especifica intersecciones específicas de sección transversal y coeficientes homogéneos en los regresores de la primera etapa.

En el caso bivariado descrito en Kao (1999), se tiene:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + e_{it} \quad (5)$$

Para

$$y_{it} = y_{it-1} + u_{i,t} \quad (6)$$

$$x_{it} = x_{it-1} + \epsilon_{i,t} \quad (7)$$

para  $t = 1, \dots, T$ ;  $i = 1, \dots, N$ . De manera más general, podemos considerar ejecutar la ecuación de regresión de la primera etapa (1), que requiere  $\alpha_i$  que sea heterogénea,  $\beta_i$  que sea homogénea en todas las secciones transversales y que establezca todos los coeficientes de tendencia  $\gamma_i$  en cero.

Kao, *op cit.* luego ejecuta la regresión auxiliar combinada,

$$e_{it} = \rho e_{it-1} + v_{it} \quad (8)$$

o la versión aumentada de la especificación agrupada,

$$e_{it} = \tilde{\rho} e_{it-1} + \sum_{j=1}^P \psi_{ij} \Delta e_{it-j} + v_{it} \quad (9)$$

Bajo el nulo de no cointegración, Kao muestra que, siguiendo las estadísticas,

$$DF_{\rho} = \frac{T\sqrt{N}(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N}}{\sqrt{10.2}} \quad (10)$$

$$DF_t = \sqrt{1.25}t_{\rho} + \sqrt{1.875N} \quad (11)$$

$$DF^*_\rho = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N} \frac{\hat{\sigma}_v^2}{\hat{\sigma}_{0v}^2}}{\sqrt{3 + 36 \frac{\hat{\sigma}_v^4}{(5\hat{\sigma}_{0v}^4)}}} \quad (12)$$

$$DF^*_t = \frac{t_\rho + \sqrt{6N} \frac{\hat{\sigma}_v}{(2\hat{\sigma}_{0v})}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0v}^2}{(2\hat{\sigma}_{0v}^2)} + \frac{3\hat{\sigma}_v^2}{(10\hat{\sigma}_{0v}^2)}}} \quad (13)$$

y para  $p > 0$  (es decir, la versión aumentada),

$$ADF = \frac{t_\rho + \sqrt{6N} \frac{\hat{\sigma}_v}{(2\hat{\sigma}_{0v})}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0v}^2}{(2\hat{\sigma}_{0v}^2)} + \frac{3\hat{\sigma}_v^2}{(10\hat{\sigma}_{0v}^2)}}} \quad (14)$$

convergen a  $N(0,1)$  asintóticamente, donde la varianza estimada es  $\hat{\sigma}_v^2 = \hat{\sigma}_u^2 - \hat{\sigma}_{ue}^2 \sigma_e^{-2}$  con la varianza estimada a largo plazo  $\hat{\sigma}_{0v}^2 = \hat{\sigma}_{0u}^2 - \hat{\sigma}_{0ue}^2 \sigma_e^{-2}$ .

La covarianza de

$$w_{it} = [u_{it} \ e_{it}] \quad (15)$$

se calcula como

$$\hat{\Sigma} = [\hat{\sigma}_u^2 \ \hat{\sigma}_{ue} \ \hat{\sigma}_{ue} \ \hat{\sigma}_e^2] = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T w_{it} w_{it}' \quad (16)$$

y la covarianza a largo plazo se estima utilizando el estimador de kernel habitual

$$\begin{aligned} \hat{\Omega} &= [\hat{\sigma}_{0u}^2 \ \hat{\sigma}_{0ue} \ \hat{\sigma}_{0ue} \ \hat{\sigma}_{0e}^2] \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[ \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w_{it} w_{it}' + \frac{1}{T} \sum_{\tau=1}^{\infty} \kappa\left(\frac{\tau}{b}\right) \right. \\ &\quad \left. + \sum_{t=\tau+1}^T (w_{it} w_{it-\tau}' + w_{it-\tau} w_{it}') \right] \quad (17) \end{aligned}$$

donde es una de las funciones del kernel admitidas y  $b$  es el ancho de banda.

### Modelos panel

Para analizar el impacto del Covid-19 y del resto de las variables macroeconómicas relevantes en el nivel de capitalización bursátil de las empresas que componen el IPC, se utiliza la siguiente ecuación:

$$CB_{it} = \rho_{it} + \alpha^i t + \beta_{1i} Covid - 19 + \beta_{2i} IPCSEUA + \beta_{3i} TC + \beta_{4i} WTI + e_{it} \quad (18)$$

Donde,  $CB_{it}$  es la capitalización bursátil de cada sector  $i$  para cada tiempo  $t$ ,  $\rho_i$  indica los impactos específicos de cada sector,  $\alpha^i$  es la evolución temporal determinista,  $\beta_{1i} Covid$  es el número de contagios por Covid-19 diarios en México,  $\beta_{2i} IPCSEUA$  es el índice sectorial correspondiente para la economía de EUA,  $\beta_{3i} TC$  es el tipo de cambio MXP/USD,  $\beta_{4i} WTI$  el precio del petróleo West Texas International y  $e_{it}$  es el término residual, indicando las desviaciones de la relación a largo plazo hacia el corto plazo una.  $i = 1, 2, \dots, N$  y  $t = 1, 2, \dots, T$  representan los respectivos miembros del panel y períodos de tiempo.

### Modelos empleados: OLS, DOLS y FMOLS

En un conjunto de datos de panel cointegrado, si se utiliza el método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) para estimar la ecuación a largo plazo, se obtiene una estimación sesgada de las variables. Por lo tanto, la técnica de estimación mediante OLS puede no producir inferencias válidas (Alam, *et al*, 2021).

Así, en la presente investigación, se proponen dos aproximaciones adicionales: modelos de mínimos cuadrados ordinarios totalmente modificado (FMOLS) y mínimos cuadrados dinámicos ordinarios (DOLS). Lo anterior con el objetivo de obtener estimaciones insesgadas y con mejor ajuste (Pasha y Ramzan, 2019).

El modelo de mínimos cuadrados ordinarios dinámicos arroja resultados válidos e interpretables y se ajustan para casos de muestras pequeñas y donde es necesario corregir posibles endogeneidades de las variables explicativas y auto correlación de los errores (Castiblanco-Guerrero y Ladino-Aguilar, 2015). El método DOLS permite abordar tanto el problema de endogeneidad de los regresores como el de autocorrelación

de los residuales, a través de la inclusión de diferencias de los regresores para corregir lo primero (Stock y Watson, 1993), y de adelantos y rezagos de las diferencias para corregir lo segundo (Saikkonen, 1991; Yutucu y Kirikkaleli, 2017).

El método FMOLS fue desarrollado por Phillips y Hansen (1990) con el fin de administrar una estimación de regresión cointegrante óptima. El panel FMOLS tiene numerosas ventajas entre las que destacan que permite la correlación serial (SE), la existencia de endogeneidad (EE) y la heterogeneidad transversal. Además, proporciona información de análisis tanto dentro de la dimensión como entre dimensiones (Erdal y Erdal, 2020).

Adicionalmente, de acuerdo con Hamit-Haggar (2012), el análisis mediante FMOLS es la técnica más adecuada para el panel, que incluye la cointegración heterogénea dado que el método corrige los problemas de autocorrelación por defecto (Maeso-Fernández, *et al.*, 2006).

El sesgo de endogeneidad y las correlaciones en serie se corrigen mediante técnicas FMOLS y DOLS y, por lo tanto, estos estimadores permiten una inferencia normal estándar (Carlsoon, *et al.*, 2007).

Las pruebas de cointegración de panel, FMOLS y DOLS se aplican para averiguar la conexión a largo plazo entre el comportamiento de los niveles de capitalización bursátil de las empresas que pertenecen a cada sector y el tipo de cambio, el número de casos de Covid-19, el precio de WTI y el IPC general y sectorial de EE. UU.

### 3. Resultados

#### *Análisis descriptivo*

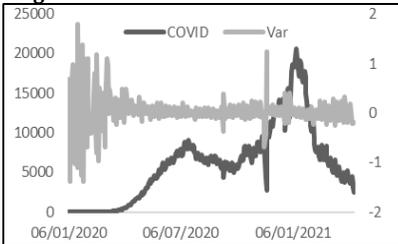
En términos generales, el promedio de número de contagios diarios confirmados de Covid-19 en México a lo largo del período de estudio fue de 6,031, siendo 20,613 el número registrado más alto de casos confirmados en un día (figura 1). El tipo de cambio presentó un valor promedio de 21.23 pesos por dólar, siendo 25.34 y 18.53 los valores más altos y más bajos de la cotización dentro del período (figura 2). Por otra parte, el precio del petróleo tuvo un valor promedio de 43.57 dólares por barril, a pesar de la caída de los precios del hidrocarburo a nivel mundial, ya que después de esta caída el precio del petróleo se ha recuperado con alzas significativas (figura 5). El comportamiento de los índices sectoriales de México y Estados Unidos es similar durante el período de estudio ya

que ambos muestran tendencia a la baja, muy marcada desde mediados de febrero de 2021 hasta mediados de marzo del mismo año. Las variaciones más grandes en el comportamiento de estos índices son las que se presentaron en el S&P (figuras 3 y 4).

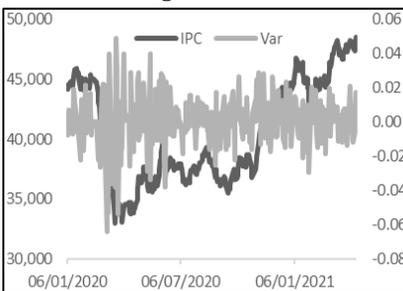
Las primeras y más marcadas evidencias del impacto de la pandemia por Covid-19, en las variables clave del presente estudio, se presentaron durante los primeros tres meses después de que la Organización Mundial de la Salud (OMS) la declarara una pandemia el 11 de marzo de 2020.

En términos de los niveles de capitalización bursátil, durante el período de estudio las empresas que presentaron un valor promedio más alto, en comparación a las otras que pertenecen al mismo sector fueron Grupo Carso con más de 119 millones de pesos, Elektra con casi 299 millones, América Móvil con más de 957 millones, WALMEX con más de 992 millones, GFNORTE con 269 millones y Grupo México con más de 509 millones, estas pertenecientes a los sectores industrial, bienes y servicios de consumo no básico, servicios de telecomunicaciones, productos de consumo frecuente, servicios financieros y materiales, respectivamente.

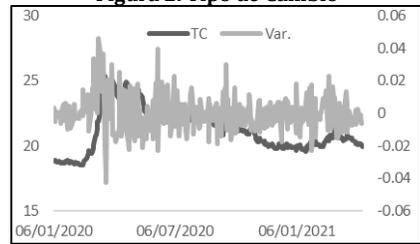
**Figura 1. Número de Casos de Covid-19**



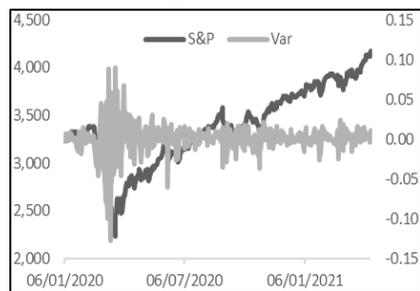
**Figura 3. IPC**

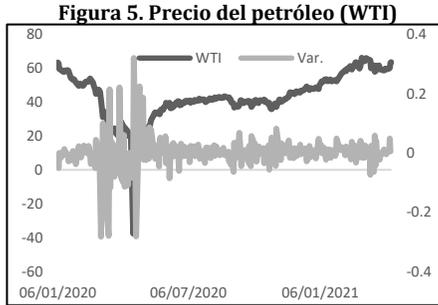


**Figura 2. Tipo de Cambio**



**Figura 4. S&P**





Fuente: elaboración propia a partir de datos de Investing y el número de contagios de Coronavirus

### *Pruebas de cointegración*

Una vez realizado el análisis preliminar de los datos, se realizan las pruebas de raíces unitarias Levin, Lin y Chu (LLC), Im, Pesaran y Shin (IPS), ADF-Fisher, Phillip-Perron (PP) y Breitung (B), tanto en niveles como en primeras diferencias para determinar de esta forma la existencia o no de estacionariedad de las variables.

Como se puede apreciar en el tabla 2, en la mayoría de los casos es posible rechazar la hipótesis de raíz unitaria de las variables, en primeras diferencias, salvo el caso de la prueba de LLC para la variable que refiere al número de casos de Covid-19. Con base en los resultados de las pruebas de raíces unitarias, se procede a realizar las pruebas de cointegración para determinar de esta manera la relación de equilibrio estable y de largo plazo entre el rendimiento de las empresas y el resto de las variables.

Con base en los resultados de la prueba de cointegración de Kao, se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración, ya sea considerando la tendencia y el intercepto o ninguno de ellos, para todos los paneles que integran la muestra, es decir, que se confirma una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables propuestas (ver tabla 3).

**Tabla 2**  
**Prueba de raíces unitarias**

		CB	Covid	Ind USA	TC	WTI	
		Niv	PD	Niv	PD	Niv	PD
Método							
IPC	Int	LLC	***	**	***	***	***
		IPS	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	**	***	***	***	***
	Int. Y Tend.	LLC	***	***	**	***	***
		B	***	***	***	***	***
		IPS	*	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
	Ninguno.	PP	***	***	*	***	***
		LLC	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	***	***	***	***	***
INDUSTRIAL	Int	LLC	***	***	***	***	
		IPS	***	***	***	***	
		ADF	***	***	***	***	
		PP	***	***	***	***	
	Int. Y Tend.	LLC	**	***	***	**	***
		B	***	***	***	***	***
		IPS	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
	Ninguno.	PP	***	***	***	***	***
		LLC	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	***	***	***	***	***
SBCNB	Int	LLC	*	***	***	***	
		IPS	***	***	***	***	
		ADF	***	***	***	***	
		PP	***	***	***	***	
	Int. Y Tend.	LLC	***	***	*	***	***
		B	***	**	***	***	***
		IPS	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
	Ninguno.	PP	***	***	***	***	***
		LLC	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	***	***	***	***	***
M	Int.	LLC	***	***	***	***	
		IPS	***	***	***	***	
		ADF	***	***	***	***	
		PP	***	***	***	***	
	Int. Y Tend.	LLC	**	***	***	*	***
		B	***	*	***	***	***
		IPS	***	***	*	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
	Ninguno.	PP	***	***	***	***	***
		LLC	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	***	***	***	***	***
Método							
STC	Int.	LLC	***	***	***	***	
		IPS	*	***	***	***	
		ADF	*	***	***	***	
		PP	*	***	***	***	
	Int. Y Tend.	LLC	***	***	***	*	***
		B	***	***	***	***	***
		IPS	***	***	***	***	***
		ADF	*	***	***	***	***
	Ninguno.	PP	**	***	***	***	***
		LLC	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	***	***	***	***	***
PCF	Int.	LLC	**	***	***	***	
		IPS	***	***	***	***	
		ADF	***	***	***	***	
		PP	**	***	***	***	
	Int. Y Tend.	LLC	**	***	***	**	***
		B	***	***	***	***	***
		IPS	**	***	***	***	***
		ADF	**	***	***	***	***
	Ninguno.	PP	*	***	***	*	***
		LLC	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	***	***	***	***	***
SF	Int.	LLC	***	***	***	***	
		IPS	***	***	***	***	
		ADF	***	***	***	***	
		PP	***	***	***	***	
	Int. Y Tend.	LLC	*	***	***	**	***
		B	***	***	***	***	***
		IPS	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
	Ninguno.	PP	***	***	***	***	***
		LLC	***	***	***	***	***
		ADF	***	***	***	***	***
		PP	***	***	***	***	***

Nota: \*, \*\* y \*\*\* denotan significancia al 90%, 95% y 99%.  
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3**  
**Prueba de cointegración de panel de Kao**

Panel	Prueba	Est	Prob.
IPC		-4.994	***
I		-4.243	***
SBCNB		-3.129	***
ST	ADF	-1.506	*
PCF		-1.333	*
SF		-2.722	***
M		-1.513	*

Nota: \*\*\* y \*\* denotan significancia al 90%, 95% y 99%.  
Fuente: elaboración propia.

Una vez realizadas las pruebas de raíces unitarias y pruebas de cointegración, se realizan modelos de regresión mediante mínimos cuadrados ordinarios totalmente modificados (FMOLS); y mínimos tablas dinámicos (DOLS) con base en los métodos de Akaike, Schwarz y Hanna-Quinn (ver tabla 4).

Del modelo general (IPC), se puede observar que los resultados de los modelos DOLS y FMOLS indican significancia estadística de todas las variables. Los signos de las variables son aquellos teóricamente esperados. Con signo negativo: el número de contagios diarios por Covid-19 y el tipo de cambio. Así, un mayor número de contagios provoca una caída en la capitalización de las empresas y una mayor depreciación (pagar más pesos por dólar) afecta negativamente la capitalización de las empresas. Mientras que, las variables positivamente asociadas con el índice IPC son el S&P500 y el precio del WTI. Así, la recuperación del índice bursátil estadounidense conlleva a una mayor capitalización de las empresas mexicanas y, dada la naturaleza petrolera de la economía mexicana, mayor precio del petróleo lleva a mejores resultados en la capitalización.

En concordancia con diversas investigaciones se puede apreciar que el impacto que tienen el tipo de cambio, el precio del petróleo, el número de casos de Covid-19 y el comportamiento del IPC sectorial de Estados Unidos es diferenciado dependiendo del sector al cual se esté analizando. Al igual que en el modelo general, tanto el sector industrial (I) como el de telecomunicaciones (STC), tienen una respuesta estadísticamente significativa y positiva ante el índice sectorial estadounidense respectivo y el precio del petróleo. Mientras que, su nivel de capitalización se ve negativamente afectado ante variaciones en el número de casos confirmados de Covid-19 y el tipo de cambio.

La capitalización bursátil de las empresas del sector financiero (SF) presenta respuesta estadísticamente significativa a las variables: número de contagios de Covid-19, tipo de cambio e índice del sector financiero estadounidense; al único factor que no tiene respuesta estadísticamente significativa es al precio del petróleo. Dada la naturaleza del sector, los resultados son un tanto lógicos, ya que las actividades de dicho sector no se dirigen a la distribución o producción de bienes, es decir, las actividades no dependen del precio de la gasolina o del petróleo.

Al igual que en el modelo general, así como en el sector industrial y de telecomunicaciones, el sector financiero presentó una respuesta negativa y significativa al contagio por Covid-19 y al tipo de cambio. Dada la procedencia extranjera de las empresas financieras que operan en México y su íntima relación con los grandes centros financieros localizados en EE. UU. (Carlsoon, *et al.*, 2007) la respuesta de la capitalización de las empresas mexicanas al índice del sector financiero estadounidense es positiva.

El sector que refiere a los productos de consumo frecuente (PCF), únicamente tiene impactos estadísticamente significativos por parte de las variables: precio del West Texas Intermediate e índice sectorial consumo frecuente estadounidense. Esto puede deberse a que, a pesar de que el número de casos confirmados de Covid-19 aumentó, el consumo de bienes básicos se mantuvo, es decir, no se vio alterado. Respecto a las variables significativas, el impacto significativo del WTI se puede explicar a partir del impacto de los precios de la gasolina en la producción y distribución de los bienes de consumo. La significancia del índice bursátil estadounidense puede explicarse por el consumo a empresas de origen estadounidense (filiales y franquicias industriales) y por los patrones de consumo aprendidos de EE. UU.

En cuanto al sector de consumo no básico (SBCNB) presentó respuesta estadísticamente significativa al número de contagios por Covid-19, tipo de cambio y precio del petróleo; la única variable que no genera impactos significativos es el índice estadounidense de consumo no básico. Todas las variables con efectos estadísticamente significativos tuvieron impactos de naturaleza negativa, lo cual puede explicarse porque dicho sector incorpora un conjunto de bienes y servicios de alto precio, considerados de lujo tales como: ropa deportiva, restaurantes, automóviles, hoteles, ocio y otros, actividades que fueron negativamente impactadas o paralizadas por la pandemia y las medidas tomadas para evitar el incremento en los contagios.

Las empresas que pertenecen al sector de materiales (M) durante el período de estudio, sólo se ven afectadas, en términos de su capitalización bursátil, de manera significativa por el comportamiento del índice sectorial de Estados Unidos y en ocasiones por las variaciones en el precio del petróleo. Dicho hallazgo se puede explicar a partir de la íntima relación que guardan la producción de bienes finales en EE. UU. y las actividades del sector materiales (descubrimiento, desarrollo y procesamiento de materias primas) orientadas a la producción de bienes y productos básicos e intermedios mediante: minería y refinación de metales, productos químicos y productos forestales.

En términos del impacto del Covid-19, tuvo efectos significativos y negativos para la capitalización bursátil de casi todos los sectores, excepto: materiales y consumo frecuente.



	LN_COVID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	LN_IPCSEUA	0.017452	-0.01752 ***	-0.01752 ***	-0.01833 **	-0.017798 **	-0.017972 **	-0.01833 **	-0.017798 **	-0.01833 **	-0.017798 **	-0.017972 **	-0.01833 **	-0.017798 **	-0.017972 ***
	LN_TC	0.260552	0.23634 *	0.23634 *	0.254957 *	0.263263 *	0.261658 *	0.254957 *	0.263263 *	0.254957 *	0.263263 *	0.261658 *	0.254957 *	0.263263 *	0.261658 *
STC	LN_WTI	0.482981	-0.50556 **	-0.50556 ***	-0.489491 **	-0.472613 **	-0.472385 **	-0.489491 **	-0.472613 **	-0.489491 **	-0.472613 **	-0.472385 **	-0.489491 **	-0.472613 **	-0.472385 **
	LN_WTI	0.023106	0.034847 **	0.034847 **	0.029921 **	0.02545 *	0.02919 *	0.029921 **	0.02545 *	0.02919 *	0.029921 **	0.02545 *	0.02919 *	0.029921 **	0.02919 *
	C	19.09972	**	*											
	R^2	0.004384	0.994837	0.994837	0.994982	0.994934	0.994925	0.994982	0.994934	0.994925	0.994982	0.994934	0.994925	0.994982	0.994925
	Adjusted R^2	0.000174	0.994804	0.994804	0.994837	0.994835	0.994802	0.994837	0.994835	0.994802	0.994837	0.994835	0.994802	0.994837	0.994802
	F-Est	1.041423													
	LN_COVID	0.000706	-0.002081	-0.002081	-0.001725	-0.001121	-0.001281	-0.001725	-0.001121	-0.001281	-0.001725	-0.001121	-0.001281	-0.001725	-0.001281
	LN_IPCSEUA	0.317676	0.263185 *	0.263185 **	0.288471 **	0.311925 **	0.309757 **	0.288471 **	0.311925 **	0.309757 **	0.288471 **	0.311925 **	0.309757 **	0.288471 **	0.309757 **
	LN_TC	0.17566	0.235159	0.235159	0.19795	0.203443	0.207534	0.19795	0.203443	0.207534	0.19795	0.203443	0.207534	0.19795	0.207534
PCF	LN_WTI	0.087872	0.114592 ***	0.114592 ***	0.098317 *	0.095943 *	0.096985 *	0.098317 *	0.095943 *	0.096985 *	0.098317 *	0.095943 *	0.096985 *	0.098317 **	0.096985 ***
	C	16.26479	**	*											
	R^2	0.002167	0.98543	0.98543	0.986536	0.985937	0.986003	0.986536	0.985937	0.986003	0.986536	0.985937	0.986003	0.986536	0.985937
	Adjusted R^2	0.00059	0.985365	0.985365	0.986162	0.985691	0.985711	0.986162	0.985691	0.985711	0.986162	0.985691	0.985711	0.986162	0.985691
	F-Est	1.37439													
	LN_COVID	-0.020569 *	-0.019499 ***	-0.019499 ***	-0.021758 **	-0.020046 **	-0.02013 **	-0.021758 **	-0.020046 **	-0.02013 **	-0.021758 **	-0.020046 **	-0.02013 **	-0.021758 **	-0.020046 **
	LN_IPCSEUA	0.542445	0.555837 ***	0.555837 ***	0.570212 **	0.572023 **	0.579866 **	0.570212 **	0.572023 **	0.579866 **	0.570212 **	0.572023 **	0.579866 **	0.570212 **	0.579866 **
	LN_TC	-0.45009	-0.464472 *	-0.464472 *	-0.50927 *	-0.451425 *	-0.47903 *	-0.50927 *	-0.451425 *	-0.47903 *	-0.50927 *	-0.451425 *	-0.47903 *	-0.50927 *	-0.47903 *
SF	LN_WTI	-0.0176	-0.005546	-0.005546	-0.030796	-0.027927	-0.036096	-0.030796	-0.027927	-0.036096	-0.030796	-0.027927	-0.036096	-0.030796	-0.036096
	C	15.98907	**	*											
	R^2	0.016396	0.973825	0.973825	0.97531	0.974624	0.97479	0.97531	0.974624	0.97479	0.97531	0.974624	0.97479	0.97531	0.97479
	Adjusted R^2	0.014322	0.973699	0.973699	0.974468	0.974169	0.974108	0.974468	0.974169	0.974108	0.974468	0.974169	0.974108	0.974468	0.974108
	F-Est	7.905188	**	*											
	LN_COVID	0.007913	0.005095	0.005095	0.006287	0.006962	0.006856	0.006287	0.006962	0.006856	0.006287	0.006962	0.006856	0.006287	0.006856
	LN_IPCSEUA	1.345063 **	1.531583 ***	1.531583 ***	1.459409 **	1.425741 **	1.431596 **	1.459409 **	1.425741 **	1.431596 **	1.459409 **	1.425741 **	1.431596 **	1.459409 **	1.431596 **
	LN_TC	0.172184	0.282151	0.282151	0.28279	0.255002	0.269846	0.28279	0.255002	0.269846	0.28279	0.255002	0.269846	0.28279	0.269846
	LN_WTI	0.121942	0.072925	0.072925	0.103036	0.109377 *	0.105587 *	0.103036	0.109377 *	0.105587 *	0.103036	0.109377 *	0.105587 *	0.103036	0.105587 *
M	C	9.523991	*												
	R^2	0.060867	0.980961	0.980961	0.982347	0.982169	0.98232	0.982347	0.982169	0.98232	0.982347	0.982169	0.98232	0.982347	0.982169
	Adjusted R^2	0.057893	0.980853	0.980853	0.981644	0.981713	0.981806	0.981644	0.981713	0.981806	0.981644	0.981713	0.981806	0.981644	0.981713
	F-Est	20.4643	**	*											

Nota: \*\*, \* y \*\*\* denotan significancia al 90%, 95% y 99%.

Fuente: elaboración propia.

## **Conclusiones**

La declaratoria de emergencia sanitaria a nivel mundial a causa del Covid-19 ha afectado de distinta manera a los diversos sectores de la economía a nivel mundial. A nivel empresarial, las repercusiones que ha tenido la pandemia para administradores, inversionistas, trabajadores y consumidores de bienes y servicios se han evidenciado, sobre todo, en los sectores: Productos de consumo no básico, Industrial, Financiero y Telecomunicaciones.

El presente trabajo demostró, mediante pruebas de raíces unitarias, la naturaleza estacionaria de las series y, por medio de las pruebas de cointegración de Kao, que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre los niveles de capitalización bursátil de las empresas que componen el índice de precios y cotización de la bolsa mexicana de valores, el número de casos confirmados de Covid-19, las variaciones en el tipo de cambio, el precio del petróleo y el comportamiento de los índices general (S&P500) y sectoriales de Estados Unidos.

Por otra parte, mediante el análisis de mínimos cuadrados totalmente modificados (FMOLS) y mínimos cuadrados dinámicos (DOLS) se evidencia el impacto negativo del Covid-19 y del tipo de cambio en los niveles de capitalización bursátil de la mayoría de las empresas que componen el IPC de la BMV. En cuanto a las variables índice general y sectorial estadounidense y precio del petróleo, para la mayoría de los sectores, se muestra un impacto estadísticamente significativo y de naturaleza positiva.

Asimismo, se pudo apreciar que tanto las empresas pertenecientes al sector de materiales y aquellas dentro del sector de productos de consumo frecuente no se ven impactadas, en términos de sus niveles de capitalización bursátil, por las variaciones en el número de casos confirmados de la enfermedad.

La evidencia empírica aportada por la presente investigación se encuentra en línea con estudios realizados por otros autores, tales como De la Torre (2020), Muñoz Henríquez y Gálvez-Gamboa (2021) y Rodríguez Benavides, Gurrola Ríos y López Herrera (2021), que confirman el fenómeno de contagio entre el mercado de valores estadounidense y otros mercados emergentes, tales como México. Por otro lado, también se evidencia el impacto del tipo de cambio y el precio del petróleo en la Bolsa

Mexicana de Valores, referido por Juárez, de Guevara Cortés y Paredones (2019).

Los resultados de esta investigación son de suma importancia para entender el impacto de la pandemia, no sólo en términos financieros, sino sus afectaciones en el crecimiento económico a partir del análisis de variables macroeconómicas clave en el nivel de capitalización de las empresas mexicanas que cotizan en la BMV y que son incluidas, por el nivel de transacción de sus activos, en el índice bursátil más relevante para la economía mexicana; el IPC. Así, se muestran importantes hallazgos sobre las diferencias que hay entre cada sector y la sensibilidad de afectación de las variables bajo estudio, permitiendo realizar estrategias de inversión y de administración de riesgo, en función de dicha información.

Los esfuerzos de la comunidad científica para encontrar una vacuna han sido fructíferos, pero no suficientes, ya que a pesar de que ya se cuenta con diversas medidas de inmunidad que reducen la letalidad del virus, se han presentado segundas y hasta terceras olas de contagios en diversos países.

Los cambios en el número de contagios, los niveles de letalidad del virus y las estrategias que se implementan para combatirlo presentan una serie de datos con los cuales se podrán realizar investigaciones futuras con nuevas variables y metodologías que ayuden a entender un poco más el impacto que tiene la pandemia en los aspectos macroeconómicos y microeconómicos de los países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, permitiendo tomar acciones que redunden en mejores niveles de crecimiento y desarrollo económicos.

## Referencias

- [1] Abraham, T. W. (2016). Exchange rate policy and falling crude oil prices: Effect on the Nigerian stock market. *CBN Journal of Applied Statistics (JAS)*, 7(1), 6.
- [2] Agbo, E. I., & Nwankwo, S. N. P. (2019). Effect of oil price shocks on the market capitalization of Nigeria. *Advance Journal of Management, Accounting and Finance*, 4(11), 1-11.
- [3] Alam, M., Rabbani, M. R., Tausif, M. R., & Abey, J. (2021). Banks' Performance and Economic Growth in India: A Panel Cointegration Analysis. *Economies*, 9(1), 38. <https://www.mdpi.com/2227-7099/9/1/38>
- [4] Ashraf, B. N. (2020). Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities?. *Research in International Business and Finance*, 54, 101249.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0275531920304141>

- [5] Avendaño Cruz, S., & Peña Ortiz, D. C. (2021). Valuación de empresas del Índice de Precios y Cotizaciones Sustentable de México, antes y durante el COVID-19. *Yachana Revista Científica*, 10(1), pp.54-67. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4230>
- [6] Bahrini, R., & Filfilan, A. (2020). Impact of the novel coronavirus on stock market returns: evidence from GCC countries. *Quantitative Finance and Economics*, 4(4), 640-652. <https://www.aimspress.com/fileOther/PDF/QFE/QFE-04-04-029.pdf>
- [7] Barajas-Escamilla, M. D. R., Martínez, M., & Sotomayor, M. (2014). Una evaluación retrospectiva de la interdependencia económica entre México y Estados Unidos. *Norteamérica*, 9(1), 143-170. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-35502014000100005&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-35502014000100005&script=sci_abstract&tlng=en)
- [8] Benavides, D. R., Ríos, C. G., & Herrera, F. L. (2021). Dependencia de los mercados de valores de Argentina, Brasil y México respecto del estadounidense: Covid19 y otras crisis financieras recientes. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, 16(3), 652. <https://www.remf.org.mx/index.php/remef/article/view/652>
- [9] Berti, N. G. (2020). Teoría Marxista de la Dependencia: reinterpretación y nuevos aportes críticos acerca de la nueva fase de la dependencia latinoamericana. *Historia Regional*, (43), 1-15.
- [10] Breitung, J., & Candelon, B. (2005). Purchasing power parity during currency crises: A panel unit root test under structural breaks. *Review of World Economics*, 141(1), 124-140. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10290-005-0018-8.pdf>
- [11] Caballero Martínez, R., & Caballero Claure, B. (2016). Estimación de la volatilidad del tipo de cambio en México y Brasil. Un enfoque con modelos Markov Switching Garch. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (25), 127-170. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2074-47062016000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2074-47062016000100005&script=sci_arttext&tlng=en)
- [12] Carlsson, M., Lyhagen, J., & Österholm, P. (2007). Testing for purchasing power parity in cointegrated panels. *IMF Working Papers*, 2007(287). <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2007/287/article-A001-en.xml>
- [13] Castañeda Martínez, A. E., & López González, T. (2023). Crecimiento económico, tipo de cambio real y exportaciones manufactureras de México, 1998-2020. *Investigación económica*, 82(323), 53-79.
- [14] Castiblanco Guerrero, C. L., & Ladino Aguilar, W. A. (2015). *Factores determinantes de la demanda de seguros de vida en Colombia. 2001-2014*. [Trabajo de grado. Universidad la Salle.] <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1405&context=economia>

- [15] Chiatchoua, C., Lozano, C., & Macías-Durán, J. (2020). Análisis de los efectos del COVID-19 en la economía mexicana. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad la Salle*, 14(53), 265-290. <http://52.226.65.210/index.php/recein/article/view/2683>
- [16] Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of international money and Finance*, 20(2), 249-272. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026156060000486>
- [17] Coronavirus (2021). COVID-19 Tablero México. *COVID-19 Tablero México*, <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>.
- [18] Dang, V. C., Le, T. L., Nguyen, Q. K., & Tran, D. Q. (2020). Linkage between exchange rate and stock prices: Evidence from Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(12), 95-107.
- [19] De la Torre V. O. (2020). Noticias del COVID-19 y contagio de volatilidad en la Bolsa Mexicana de Valores. *Contaduría y administración*, 65(5), 14.
- [20] Delgado, N. A. B., Delgado, E. B., & Saucedo, E. (2018). The relationship between oil prices, the stock market and the exchange rate: Evidence from Mexico. *The North American Journal of Economics and Finance*, 45, 266-275.
- [21] Doria, C., & Niebles, W. (2021). El mercado integrado latinoamericano -mil años en tiempo de covid-19. Análisis enero-mayo 2020. *Aglala*, 11(S-1), 17-37. <http://revistas.curnvirtual.edu.co/index.php/aglala/article/view/1755>
- [22] Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 55(2), 251-276. <https://www.jstor.org/stable/1913236>
- [23] Erdal, H., & Erdal, G. (2020). Panel FMOLS Model Analysis of the Effects of Livestock Support Policies on Sustainable Animal Presence in Turkey. *Sustainability*, 12(8), 3444. <https://www.mdpi.com/698890>
- [24] Fonseca, E. A. M. (2022). Los hidrocarburos y su dependencia en la economía de México: La diversificación de Pemex.
- [25] Gay, R. D. (2016). Effect of macroeconomic variables on stock market returns for four emerging economies: Brazil, Russia, India, and China. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 15(3), 119-126.
- [26] Granger, C. W., & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of econometrics*, 2(2), 111-120. <http://www.climateaudit.info/pdf/others/granger.1974.pdf>
- [27] Hamit-Hagggar, M. (2012). Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective. *Energy Economics*, 34(1), 358-364. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988311001277>
- [28] Ibarra Salazar, J. (2013). Entorno político y dependencia financiera de los estados mexicanos. *Gestión y política pública*, 22(1), 03-44. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-10792013000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-10792013000100001&script=sci_arttext)

- [29] Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407603000927>
- [30] Investing (2021). Cotización Del Índice S&P 500 (SPX) - Investing.com México, *Investing.com México*, <https://mx.investing.com/indices/us-spx-500>.
- [31] Investing (2021). IPC | Índice BMV IPC - Investing.com México, *Investing.com México*, <https://mx.investing.com/indices/ipc>.
- [32] Investing (2021). Petróleo Crudo WTI Precio | Valor Petróleo Crudo WTI - Investing.com México, *Investing.com México*, <https://mx.investing.com/commodities/crude-oil>.
- [33] Investing (2021). USD MXN | Tipo De Cambio Dólar-Peso - Investing.com México, *Investing.com México*, <https://mx.investing.com/currencies/usd-mxn>.
- [34] Iyke, B. N., & Ho, S. Y. (2021). Exchange rate exposure in the South African stock market before and during the COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, 102000. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612321000817>
- [35] Juárez, G. I. L., de Guevara Cortés, R. L., & Paredones, R. M. M. (2019). Factores que explican el comportamiento del mercado accionario mexicano. *Clío América*, 13(25), 268-278.
- [36] Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of econometrics*, 90(1), 1-44. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407698000232>
- [37] Kirikkaleli, D. (2016). Interlinkage between economic, financial, and political risks in the Balkan countries: Evidence from a panel cointegration. *Eastern European Economics*, 54(3), 208-227. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00128775.2016.1168704>
- [38] Kumar, M. P., & Kumara, N. M. (2021). Market capitalization: Pre and post COVID-19 analysis. *Materials Today: Proceedings*, 37, 2553-2557.
- [39] Le, T. H., & Luong, A. T. (2022). Dynamic spillovers between oil price, stock market, and investor sentiment: Evidence from the United States and Vietnam. *Resources Policy*, 78, 102931.
- [40] Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, 108(1), 1-24. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407601000987>
- [41] Long, P. D., & Hanh, N. T. T. (2019). Macroeconomic indicators and stock market prices: Evidence from Vietnam. *Journal of Applied Economic Sciences*, 4, 84-91.

- [42] López-Herrera, F., Macías, L. G., & Valdemar, O. (2020). Desempeño de ocho de las criptomonedas de mayor capitalización de mercado. *Estocástica: FINANZAS Y RIESGO*, 10(1), 103-128. <http://estocastica.azc.uam.mx/index.php/re/article/view/131>
- [43] Lorenzo-Valdés, A. (2016). Dependencia condicional entre los mercados bursátiles de México y Estados Unidos. *Revista de análisis económico*, 31(1), 3-14. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-88702016000100001&script=sci\\_arttext&tlng=p](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-88702016000100001&script=sci_arttext&tlng=p)
- [44] Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 631-652. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-0084.0610s1631>
- [45] Maeso-Fernandez, F., Osbat, C., & Schnatz, B. (2006). Towards the estimation of equilibrium exchange rates for transition economies: Methodological issues and a panel cointegration perspective. *Journal of Comparative Economics*, 34(3), 499-517. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147596706000345>
- [46] Mendoza-Rivera, R. J., Lozano-Díez, J. A., & Venegas-Martínez, F. (2020). Impacto de la pandemia Covid-19 en variables financieras relevantes en las principales economías de Latinoamérica. *Economía teoría y práctica*, (especial). <https://economiatyp.uam.mx/index.php/ETYP/article/view/567>
- [47] Meraz, Ó. F. L., & Loeza, D. V. (2015). Hegemonía selectiva en América Latina: puntos neoliberales de encuentro entre México y Colombia. *Espacio Abierto*, 24(2), 207-222.
- [48] Montenegro, J. L., Miranda, F. V., & Iglesias, E. V. (2023). El tipo de cambio y el precio del petróleo: un análisis para la economía mexicana. *Contaduría y administración*, 68(1), 164-181.
- [49] Moreno-Sáenz, L. I., González-Andrade, S., & Matus-Gardea, J. A. (2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(1), 115-126. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000100115&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000100115&script=sci_abstract&tlng=pt)
- [50] Muñoz Henríquez, E. M., & Gálvez-Gamboa, F. A. (2021). Efecto contagio del mercado estadounidense a los mercados financieros latinoamericanos durante la pandemia por COVID-19. *Cuadernos de Economía*, 40(SPE85), 1091-1111.
- [51] Okere, K. I., Muoneke, O. B., & Onuoha, F. C. (2021). Symmetric and asymmetric effects of crude oil price and exchange rate on stock market performance in Nigeria: Evidence from multiple structural break and NARDL analysis. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 30(6), 930-956.
- [52] Organización Mundial de la Salud [OMS] (2021). COVID-19 weekly epidemiological update. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-operational-update-on-covid-19---12-july-2021>

- [53] Ortiz, E., Cabello, A., & De Jesús, R. (2007). The role of Mexico's stock exchange in economic growth. *The Journal of Economic Asymmetries*, 4(2), 1-26. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1703494915303388>
- [54] Pasha, A., & Ramzan, M. (2019). Asymmetric impact of economic value-added dynamics on market value of stocks in Pakistan stock exchange, a new evidence from panel co-integration, FMOLS and DOLS. *Cogent Business & Management*, 6(1), 1653544. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23311975.2019.1653544>
- [55] Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 653-670. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-0084.0610s1653>
- [56] Pedroni, P. (2001). Purchasing power parity tests in cointegrated panels. *Review of Economics and statistics*, 83(4), 727-731. <https://direct.mit.edu/rest/article-abstract/83/4/727/57307>
- [57] Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric theory*, 20(3), 597-625. <https://www.cambridge.org/core/journals/econometric-theory/article/panel-cointegration-asymptotic-and-finite-sample-properties-of-pooled-time-series-tests-with-an-application-to-the-ppp-hypothesis/F31DA49F3109F20315298A97EB46A47E>
- [58] Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125. <https://academic.oup.com/restud/article-abstract/57/1/99/1610097>
- [59] Pignataro, A. (2018). Análisis de datos de panel en ciencia política: ventajas y aplicaciones en estudios electorales. *Revista Española de Ciencia Política*, (46), 259-283. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6382849.pdf>
- [60] Puyana Mutis, A., & Rodríguez Peña, I. (2020). Seguridad energética en México, Estados Unidos y Canadá, 1980-2016: centralidad del petróleo y la incorporación de temas ambientales. *Norteamérica*, 15(2), 9-37.
- [61] Rodríguez Benavides, D., Gurrola Ríos, C., & López Herrera, F. (2021). Dependencia de los mercados de valores de Argentina, Brasil y México respecto del estadounidense: Covid19 y otras crisis financieras recientes. *Mexican Journal of Economics & Finance/Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 16(3).
- [62] Rodríguez, R. G. (2022). La balanza petrolera comercial de México en el siglo XXI. *Economía UNAM*, (57), 77-96.
- [63] Saikkonen, P. (1991). Asymptotically efficient estimation of cointegration regressions. *Econometric theory*, 7(1), 1-21. [https://www.jstor.org/stable/pdf/3532106.pdf?casa\\_token=ZtqVQXLR](https://www.jstor.org/stable/pdf/3532106.pdf?casa_token=ZtqVQXLR)

t08AAAAA:i71gZJmWwYkSf\_-  
 orh1QwH8GaCGOHBULsllpHhoVjaHeZHCadvNzGCWpOWzeroWzxcg97  
 SSUVSd7dbRWmAwQlu5omQOaBXk\_07WW\_B8OUCtozAsxehgQ

- [64] Santillán Salgado, R. J., Gurrola Ríos, C., Jiménez Preciado, A. L., & Venegas Martínez, F. (2018). La dependencia del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores (IPC) con respecto a los principales índices bursátiles latinoamericanos. *Contaduría y administración*, 63(4).
- [65] Sanusi, K. A., & Kapingura, F. M. (2022). On the relationship between oil price, exchange rate and stock market performance in South Africa: Further evidence from time-varying and regime switching approaches. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2106629.
- [66] Singhal, S., Choudhary, S., & Biswal, P. C. (2019). Return and volatility linkages among International crude oil price, gold price, exchange rate and stock markets: Evidence from Mexico. *Resources Policy*, 60, 255-261.
- [67] Sosa, M., Ortiz, E., & Cabello, A. (2020). Impacto del rezago social en el número de muertes y contagios por COVID-19 en México: análisis con redes neuronales artificiales empleando información a nivel municipal. *Contaduría y administración*, 65(5), 209. <http://cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/3020>
- [68] Sotelo Valencia, A. (2013). El capitalismo contemporáneo en el horizonte de la teoría de la dependencia. *Argumentos (México, DF)*, 26(72), 77-95.
- [69] Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 783-820. [https://www.jstor.org/stable/pdf/2951763.pdf?casa\\_token=KkPpxiBsHmkAAAAA:3rcd8MQo8uRaQo-fGD2MtXvpedmgiCB65Ru-ZuYKzG22UuOjtrORG1ME6VjpeiOKhim6hFCiJ9xgkDisZ0byKDN4iaqgBaH0JNqxqsvPmlswig-D4h6V](https://www.jstor.org/stable/pdf/2951763.pdf?casa_token=KkPpxiBsHmkAAAAA:3rcd8MQo8uRaQo-fGD2MtXvpedmgiCB65Ru-ZuYKzG22UuOjtrORG1ME6VjpeiOKhim6hFCiJ9xgkDisZ0byKDN4iaqgBaH0JNqxqsvPmlswig-D4h6V)
- [70] Sui, B., Chang, C. P., Jang, C. L., & Gong, Q. (2021). Analyzing causality between epidemics and oil prices: Role of the stock market. *Economic Analysis and Policy*, 70, 148-158. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592621000242>
- [71] Syahri, A., & Robiyanto, R. (2020). The correlation of gold, exchange rate, and stock market on Covid-19 pandemic period. *Jurnal Keuangan dan Perbankan*, 24(3), 350-362. <https://pdfs.semanticscholar.org/db40/0fbc144ae602bfae2b774b799340c9705087.pdf>
- [72] Terceño, A., & Guercio, M. B. (2011). El crecimiento económico y el desarrollo del sistema financiero. Un análisis comparativo. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 17(2), 33-46. [https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60051-3](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60051-3)
- [73] Villareal-Samaniego, J. (2021). Desarrollo del mercado accionario y crecimiento económico en México: un examen mediante los enfoques ARDL y No causalidad. *Contaduría y Administración* 66(3), 258. [https://www.researchgate.net/profile/Dacio-Villarreal/publication/350735996\\_Stock\\_market\\_development\\_and\\_economic\\_growth\\_in\\_Mexico\\_An\\_examination\\_through\\_Ardl\\_and\\_Non-](https://www.researchgate.net/profile/Dacio-Villarreal/publication/350735996_Stock_market_development_and_economic_growth_in_Mexico_An_examination_through_Ardl_and_Non-)

- causality\_approaches/links/606f355a92851c8a7bb2c9c4/Stock-market-development-and-economic-growth-in-Mexico-An-examination-through-ARDL-and-Non-causality-approaches.pdf
- [74] Viscaíno Caiche, E. E., & Holguín Rivera, D. C. (2009). *Análisis de la Recaudación Tributaria del Ecuador por sectores económicos: Ventajas, estructura y factores determinantes. Un estudio aplicando Datos de Panel*
- [75] [Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas] <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/7573>
- [76] Yao, C. Z., Liu, C., & Ju, W. J. (2020). Multifractal analysis of the WTI crude oil market, US stock market and EPU. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 550, 124096. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437119322629>
- [77] Yorucu, V., & Kirikkaleli, D. (2017). Empirical Modeling of education expenditures for Balkans: Evidence from panel fmols and dols estimations. *Review of Research and Social Intervention*. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=520429>



## Determinantes de la corrupción en México: aplicación con enfoque bayesiano

### Determinants of corruption in Mexico: application with a Bayesian Approach

Héctor Flores Márquez\*, Adrián Jiménez Gómez\*\*

Información del artículo	Resumen
Recibido: 01 octubre 2022	El objetivo de la investigación es identificar determinantes robustos de la corrupción en México. Se plantea la metodología del Promedio de Modelos Bayesiano (BMA por sus siglas en inglés) para analizar 25 posibles determinantes de manera simultánea en una muestra que contempla las 32 entidades federativas, abarcando el período de 2015-2020. El BMA construye 33,554,432 combinaciones posibles de modelos para extraer los determinantes más robustos. Del mismo modo, se utiliza el BMA con variables instrumentales (IVBMA) para considerar los posibles problemas de endogeneidad. Los resultados indican que los factores institucionales son los mejores predictores de la corrupción, esto es, el Estado de Derecho, la democracia, la educación y la eficiencia del gobierno, muestran una asociación significativa con la corrupción.
Aceptado: 07 diciembre 2023	
Clasificación JEL: C01, C15, C51, H7, H19, H39.	
Palabras clave: corrupción, promedio de modelos bayesiano, variables instrumentales, determinantes de corrupción.	
Article information	Abstract
Received: 01 October 2022	The objective of the research is to identify robust determinants of corruption in Mexico. The Bayesian Model Average (BMA) methodology is proposed to analyze 25 possible determinants simultaneously in a sample that includes the 32 states, covering the period 2015-2020. The BMA builds 33,554,432 possible combinations of models to extract the most robust determinants. Similarly, the BMA
Accepted: 07 December 2023	

\* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, [hfm Marquez@hotmail.com](mailto:hfm Marquez@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1766-5266>.

\*\* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, [adrian.jimenez@correo.buap.mx](mailto:adrian.jimenez@correo.buap.mx), <https://orcid.org/0000-0002-8909-9056>.

---

JEL Classification: C01, C15, C51, H7, H19, H39.

Keywords: Corruption, Bayesian Model Averaging, Instrumental Variables, Determinants of corruption.

---

---

with instrumental variables (IVBMA) is used to consider possible endogeneity problems. The results indicate that institutional factors are the best predictors of corruption, that is, the rule of law, democracy, education and government efficiency, show a significant association with corruption.

---

## Introducción

La corrupción ha estado históricamente arraigada en el seno de la sociedad mexicana, sin embargo, en las últimas tres décadas su práctica se ha ampliado a diferentes aspectos y actividades (Accinelli y Sánchez, 2012).

A nivel mundial, el Índice de Percepción de la Corrupción (IPC) publicado por la Organización Transparencia Internacional (TI) clasifica a 180 países de todo el mundo según sus niveles percibidos de corrupción en el sector público, con una puntuación de 0 (altamente corrupto) a 100 (ausencia de corrupción). México es conocido como uno de los países con mayor corrupción. En el 2022, obtuvo 31 puntos de 100 posibles en el IPC, posicionándose en el lugar número 126, a la par de naciones como Bolivia, Laos, Uzbekistán y Kenia. Basta mencionar que de 2005 a 2017 el país perdió 76 lugares en el ranking mundial. Si bien en los últimos 5 años recuperó posiciones al ubicarse en el lugar 126, aún se encuentra por debajo de países latinoamericanos como Argentina, Chile, Colombia y Brasil.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de la Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG, 2021), reporta que el 84.6% de los mexicanos encuestados considera que la corrupción es frecuente o muy frecuente en su entidad federativa. Las cifras sobre la corrupción en México son alarmantes, en especial porque el fenómeno se relaciona con condiciones de bajo crecimiento económico y mayor desigualdad en la población (Gründler y Potrafke, 2019; Trabelsi y Trabelsi, 2021; Khan, 2022), por esta razón, su combate se ha vuelto un tema central en la agenda del gobierno federal y de los gobiernos locales.

Los estudios empíricos sobre la corrupción en México son poco explorados, una de las razones radica en la dificultad de establecer modelos econométricos confiables, debido a que las estimaciones se

enfrentan a problemas de endogeneidad, la cual puede ser causada por los errores de medición de la variable dependiente y por la causalidad inversa de algunas variables explicativas. Además, la larga lista de determinantes probados en los estudios globales, genera un problema de incertidumbre, dificultando la elección de variables que integran el modelo empírico.

Considerando los problemas de incertidumbre y endogeneidad, se utilizan las metodologías del Promedio de modelos bayesiano (BMA, por sus siglas en inglés) y el Promedio de modelos bayesiano con variables instrumentales (IVBMA, por sus siglas en inglés), se analizan con un enfoque integral 25 posibles determinantes de la corrupción, incluidos 2<sup>25</sup> (33,554,432) modelos, con una muestra que compone a las 32 entidades federativas en el período de 2015-2020. El período se establece debido a la disponibilidad de datos de las variables dependientes, independientes y sus instrumentos (valores rezagados, 2010-2014). Dado el amplio espacio de los modelos, para la estimación del BMA y del IVBMA se emplea, la técnica de composición del modelo de cadenas de Markov Monte Carlo (MC3), la cual, centra el análisis en los modelos con mayor poder explicativo descartando los menos probables.

Se emplean como variables dependientes, dos indicadores para la corrupción: el Índice de Percepción de Corrupción (Ipc) publicado por la fundación Konrad Adenauer y la Tasa de prevalencia de la corrupción (Tpc) calculada por el INEGI. El primero mide la percepción del fenómeno; y el segundo, estima la corrupción efectiva presente en trámites gubernamentales.

Este estudio es pertinente dado el contexto de alta corrupción en el que se ve sumergido México, aunado a los escasos estudios empíricos existentes sobre las causas del fenómeno. Asimismo, los resultados contribuyen al diseño de políticas que reduzcan la corrupción. Las aportaciones principales de la investigación se centran en dos elementos. El primero, es el uso de las metodologías del BMA y el IVBMA para resolver los problemas de incertidumbre y endogeneidad, técnicas innovadoras para el estudio de la corrupción en México. El segundo, es la utilización de dos índices de corrupción para probar la sensibilidad de los resultados ante diferentes mediciones de la corrupción, particularmente se utilizan el *Ipc* y la *Tpc*. Rock y Bonnett (2004) enfatizan la heterogeneidad respecto a las causas de la corrupción en las diferentes naciones del mundo. Por ejemplo, hallan que el crecimiento económico reduce los niveles de corrupción en los países de América Latina; sin embargo, ésta aumenta en los países de economías grandes del este de Asia. Por tanto, son

preferibles los estudios regionales respecto a los globales. En este sentido, los hallazgos obtenidos tienen mayor significancia para México que los conseguidos por Jetter y Parmeter (2018) que contemplan una muestra de 123 países del mundo. Además, al utilizar dos diferentes mediciones de la corrupción, los resultados son más robustos que los presentados por dichos autores, que sólo utilizan un índice.

El documento está integrado por seis secciones adicionales. La primera, aborda datos sobre la magnitud de la corrupción en México. La segunda, describe la literatura empírica sobre la corrupción y los determinantes potenciales. En la tercera, se desarrolla la metodología del BMA y IVBMA. En la cuarta, se especifican los datos utilizados. En la quinta, se muestran los resultados. Y en la última, se presentan las conclusiones.

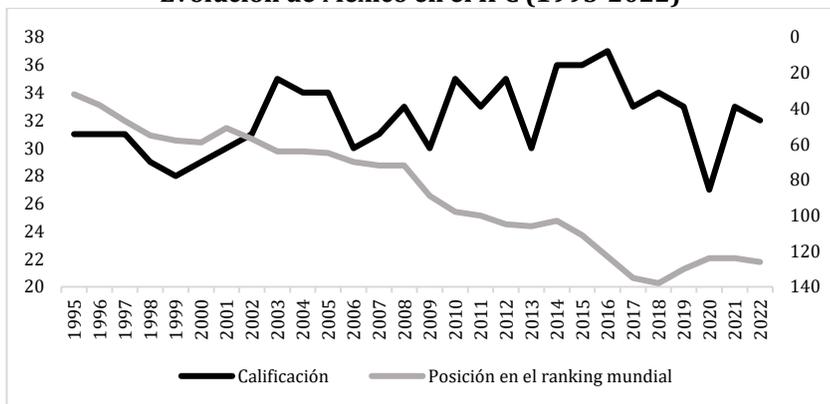
## **1. La corrupción en México**

La corrupción es definida por Rowland (1998) como el fenómeno por medio del cual un funcionario público es impulsado a actuar para favorecer intereses particulares a cambio de una recompensa. Por otro lado, medir con exactitud los actos corruptos que suceden en una sociedad es una tarea difícil, debido a que la mayoría de los actos ocurren en la ilegalidad y no son registrados. Como alternativa, se ha puesto atención a la construcción de índices de percepción como el IPC, que concentra la opinión de los diferentes sectores de la sociedad.

La evolución de México en el IPC se ha caracterizado por un desempeño mediocre. En el año 1995 el país ocupaba el lugar 32 a nivel mundial; sin embargo, en los últimos años cayó 106 lugares, ocupando para el 2018 la posición 138 de 180 países (ver figura 1). México ha mostrado una mejoría a partir del 2019, recuperando 12 lugares en la clasificación. Este resultado puede estar motivado por la llegada al poder del presidente Andrés Manuel López Obrador (AMLO), quien tomó posesión del cargo el primero de diciembre del 2018. El gobierno de AMLO (2018-2024) tiene como principal bandera el combate a la corrupción. El discurso oficial puede influenciar la percepción del fenómeno en la sociedad, lo cual no significa necesariamente que la corrupción en términos reales sea menor.

Aún con la mejoría tras la llegada de AMLO, la nación tiene calificaciones por debajo de la media mundial. Para el año 2022, se posicionó en el lugar 126 del mundo. Dentro de la región de América latina, sólo supera en la clasificación a Nicaragua, Honduras, Guatemala, Paraguay y Venezuela.

**Figura 1**  
**Evolución de México en el IPC (1995-2022)**



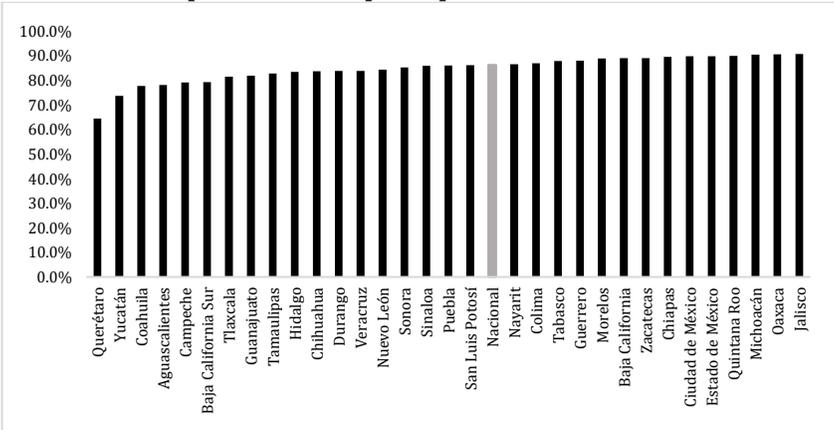
Fuente: elaboración propia con base en IPC, Transparencia Internacional 1995-2022

De acuerdo a la ENCIG 2021, 8 de cada 10 mexicanos encuestados percibe frecuente o muy frecuentemente los actos de corrupción dentro de su entidad federativa. No obstante, sólo el 14.7 % expresa haber sido víctima de la corrupción al efectuar trámites o requerir servicios públicos. Asimismo, entre 2013 y 2021, en el 78.1% de las entidades federativas, aumentó el porcentaje de personas que fueron víctimas de soborno.

Los costos promedio de la corrupción a nivel nacional ascendieron a 3 mil 44 pesos por individuo. Respecto a las empresas, se estimó un costo promedio de 7 mil 419 pesos. La tasa de prevalencia de corrupción a nivel nacional, se calculó en 14 mil 701 actos por cada 100 mil habitantes. En términos económicos, representó un monto que sobrepasa los 9 mil millones de pesos. Por otro lado, Casar (2016) expone que la corrupción le cuesta a la economía mexicana entre el 2% y el 10% del PIB.

Las entidades federativas con mayor percepción de corrupción son: Jalisco, Oaxaca, Michoacán, Quintana Roo y Estado de México, todas ellas sobrepasando el 90%. En contraste, Querétaro es la entidad con menor percepción, casi 20 puntos porcentuales por debajo de la media nacional. Se identifican diferencias respecto a la percepción de la corrupción en las entidades federativas. No obstante, en general, más de la mitad de población encuestada percibe a la corrupción como un problema que se replica de manera frecuente. Esta situación refleja la alta persistencia del fenómeno al interior del país (ver figura 2).

**Figura 2**  
**Percepción de corrupción por entidad federativa**



Fuente: elaboración propia con base en ENCIG, INEGI 2021

## 2. Determinantes de la corrupción

Existe un número considerable de investigaciones que tratan de identificar los factores que inciden en el desarrollo de la corrupción, probando un extenso número de variables explicativas en las diferentes regiones del mundo. Mientras que algunas de ellas se centran en encontrar evidencia empírica de la causalidad de diversos factores, para otros no es tan evidente y es necesario demostrar que las variables en cuestión son un efecto o una causa o incluso una acción que se retroalimenta en ambas direcciones.

La corrupción a menudo está estrechamente relacionada con características político-institucionales. Por ejemplo, el tamaño y efectividad del gobierno pueden incidir en los mecanismos de control que delimitan las actuaciones de los funcionarios públicos (Persson *et al.*, 2003; Billger y Goel, 2009; Dreher *et al.*, 2009). Andersen (2009) expone la importancia de implementar tecnologías de información y comunicación (TIC) en las tareas de gobierno, con el objetivo de reducir el riesgo de corrupción al limitar la interacción de los ciudadanos con los funcionarios públicos.

Además, Lederman *et al.* (2001), Gatti (2009) y Kolstad y Wiig (2016) discuten que la democracia y la estabilidad política permiten que los funcionarios públicos tengan suficiente influencia política para promulgar leyes anticorrupción efectivas. Adicionalmente, Al-Jundi *et al.* (2022) hallan que la inestabilidad política tiene un efecto directo sobre la

corrupción, además de un efecto indirecto a través de la debilidad institucional.

Por otro lado, Castañeda (2016) y De Vitieri y Bjornskov (2020) plantean la necesidad de fomentar la competencia partidista para limitar la concentración del poder y fortalecer los mecanismos de contrapeso. Adicionalmente, en la literatura se reconoce que el Estado de Derecho y la eficacia de los sistemas judiciales determinan el costo esperado de la corrupción<sup>1</sup> (Seldadyo y Haan, 2006; Elbahnasawy y Revier, 2012; Iwasaki y Suzuki, 2012). También, se identifica que los países con mayor protección de los derechos civiles tienden a ser los menos corruptos (Arikan, 2004; Freille, *et. al*, 2007).

Dentro del ámbito económico, el hallazgo más persistente en la literatura es la asociación de la corrupción con el PIB per cápita (La Porta *et al.*, 1999; Fisman y Gatti, 2002; Fan *et al.*, 2009; Jetter *et al.*, 2015; Jetter, y Parmeter, 2018; Gnimassoun y Massil, 2019). El nivel de desarrollo económico favorece la fortaleza institucional y mejora la capacidad del gobierno para combatir la corrupción (Braun y Di Tella, 2004). Respecto a la desigualdad de ingresos, investigaciones como las de Saha *et al.* (2021) y Khan (2022) establecen que puede fomentar la persistencia de la corrupción, debido a que la conformación de élites económicas distorsiona las decisiones públicas al influenciar las políticas a su favor.

Por otra parte, la competitividad económica y la inversión extranjera directa (IED) favorecen la reducción de los niveles de corrupción, al establecer la necesidad de fortalecer las instituciones y el Estado de Derecho para dar certidumbre al mercado (Seldadyo y Haan, 2006; Ulman, 2013). Además, controles menos estrictos y sociedades poco participativas, propician la sobreexplotación de los recursos naturales (Knutsen *et al.*, 2017), de esta forma, la corrupción aparece como mecanismo que facilita la violación de leyes ambientales. Asimismo, la educación de la sociedad, es necesaria para comprender y monitorear los procesos públicos (Glaeser y Saks, 2006).

Respecto a las características culturales, Mocan (2008) indica que las poblaciones grandes pueden ser propensas a mayor corrupción. Posiblemente, la alta demanda de servicios públicos acrecienta la interacción de funcionarios públicos con los ciudadanos, generando mayor riesgo de corrupción. Por otra parte, las tradiciones religiosas

---

<sup>1</sup> En términos de probabilidad de arresto, exposición y castigo.

determinan hasta cierto punto las relaciones de los individuos con el Estado. Desde este enfoque, el protestantismo se percibe como más igualitario e individualista y menos tolerante de los abusos de las autoridades públicas comparados con otras religiones como la católica (La Porta *et al.*, 1999; Treisman, 2000). Del mismo modo, Pellegrini y Gerlagh (2004) muestran que, en las regiones con una fuerte fragmentación etnolingüística es más probable que los funcionarios del gobierno favorezcan a los miembros de su grupo étnico.

Finalmente, Grove *et al.* (2011) argumentan que la corrupción es menos frecuente en países donde las mujeres constituyen una mayor proporción en los parlamentos. Es factible que en dichas sociedades predomine la confianza y la equidad social. En el contexto del análisis de vínculos sociales, la corrupción es una forma de apropiación basada en la desconfianza en las instituciones públicas y los mercados; el fenómeno se replica con mayor facilidad cuando existe erosión en el capital social, esto es, debilitamiento en las normas sociales de reciprocidad, cooperación y confianza (López y Santos, 2009).

### **3. Metodología**

La tarea de evaluar los determinantes de la corrupción tradicionalmente sufre del problema de incertidumbre, debido al amplio espectro de variables explicativas utilizadas en la literatura. Este problema es tratado en otras áreas de estudio mediante la metodología del BMA. Por otro lado, cuando existe el problema de endogeneidad en alguna de las variables explicativas se puede extender el BMA mediante la técnica del IVBMA, el cual es un método propuesto por Karl y Lenkoski (2012) que instrumenta a las variables endógenas, para obtener estimaciones más confiables. A continuación, se describen las técnicas del BMA y del IVBMA, las cuales, se utilizan para hallar los determinantes de la corrupción en México.

#### **3.1 Promedio de modelos bayesiano (BMA)**

El BMA proporciona un mecanismo coherente y sistemático para resolver la incertidumbre considerando todo el espacio de los modelos, es decir, cualquier combinación posible de regresores de un conjunto dado de determinantes potenciales. En la estadística clásica, por el contrario, las conclusiones se basan en un solo modelo. A menudo se prueban sólo un pequeño conjunto de variables explicativas. Sin embargo, la selección del modelo es problemática dado el tamaño del espacio del modelo potencial y de la información de casi todos los modelos posibles. Incluso probar el modelo completo no resuelve este problema debido a la multicolinealidad,

lo que en particular implica que se pueda rechazar variables por error, esto es particularmente un problema para muestras pequeñas (Maltritz, 2012). El BMA considera todo el espacio de los modelos, por lo que proporciona información más sólida sobre los determinantes que los modelos clásicos de regresiones, inclusive al emplear muestras pequeñas, aun cuando el número de predictores excede el número de observaciones (Moral, 2012).

Por tanto, el BMA es aplicable para estudios regionales o con muestras pequeñas. Por ejemplo, Marvasti (2020) investiga los determinantes del desarrollo financiero utilizando la metodología del BMA en una muestra de 6 países integrantes de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC). Por otro lado, Nagou *et al.* (2021) exploran los determinantes de la deuda pública utilizando el BMA con una muestra de 51 países de África. Adicionalmente, D'Andrea (2022) analiza los determinantes del crecimiento económico en Europa mediante la técnica del BMA con una muestra de 19 naciones.

El BMA es una aplicación directa de la inferencia bayesiana al problema de selección de modelos y a la estimación y predicción combinadas (Bayale, 2020). Los primeros en adoptar la metodología BMA (Brock y Durlauf, 2001; Fernandez *et al.*, 2001) lo utilizaron para estudiar los determinantes del crecimiento económico. Posteriormente, se llevaron a cabo trabajos con ejercicios similares (Durlauf *et al.*, 2012; Mirestean y Tsangarides, 2016). Los métodos desarrollados sobre la base de la econometría bayesiana son generalmente aplicables en el análisis de los determinantes del crecimiento económico, pero también pueden ser explorados en el estudio de otros fenómenos económicos, como la corrupción (Jetter y Parmeter, 2018).

Usando la inferencia bayesiana, se puede obtener no sólo la probabilidad posterior del modelo, sino también las características posteriores de los parámetros, como la media, la varianza y los cuantiles (Koop, 2003). Dado que se tienen las características de todos los modelos, se pueden calcular algunas medidas interesantes en todo el espacio del modelo en lugar de establecer inferencias basadas en un solo modelo. Considere la regresión lineal para una variable dependiente  $y$ :

$$y = \alpha I_N + \beta_j X_j + \varepsilon \tag{1}$$

Donde,  $\alpha$  es una constante,  $l_N$  denota un vector de unos con dimensión  $N \times 1$ ,  $X_j$  es la matriz de dimensión  $N \times K_j$  de posibles regresores en el modelo  $M_j(j:1,2,\dots,K)$ ,  $\beta_j$  es el vector de coeficientes con dimensión  $K_j \times 1$ ,  $\varepsilon$  es un vector de dimensión  $N \times 1$  que representa el error aleatorio, con una distribución normal  $N(0, \sigma^2 I_N)$ , donde  $\sigma^2$  es la varianza del error aleatorio  $\varepsilon$  e  $I_N$  es la matriz identidad de tamaño  $N$ , donde los datos son tomados de  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Para ilustrar el promedio del modelo bayesiano, se puede calcular la media posterior de los parámetros de regresión en todo el espacio del modelo utilizando las siguientes ecuaciones:

$$E(\beta|y) = \sum_{j=1}^{2^K} E(\beta_j|y, M_j) P(M_j|y) \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, \quad (2)$$

Con la varianza:

$$\text{Var}(\beta|y) = \sum_{j=1}^{2^K} \left[ \text{var}(\beta_j|y, M_j) + E(\beta_j|y, M_j)^2 \right] P(M_j|y) + E(\beta|y)^2 \quad (3)$$

Donde  $P(M_j|y)$  denota la probabilidad posterior del modelo  $M_j$ ,  $\sum_{j=1}^{2^K} P(M_j|y) = 1$ , y  $E(\beta|y)$  y  $\text{Var}(\beta|y)$  son el valor esperado y la varianza de los parámetros, y  $2^K$  es el número total de todas las combinaciones lineales en el modelo de regresión. De las ecuaciones (2) y (3), está claro que la media posterior y la varianza calculadas en todo el espacio del modelo son promedios ponderados de las medias posteriores y las varianzas de los modelos individuales.

El cálculo de la probabilidad posterior del modelo y la estimación de parámetros en el modelo de regresión lineal es un tema bien conocido en la literatura de estadística bayesiana, por lo que aquí sólo se describen de manera general, los pasos principales utilizados, especialmente aquellos relacionados con el marco de premediación del modelo.<sup>2</sup>

La idea básica, de la g-priori, es recogida de Zellner (1986), la cual consiste en asumir una distribución previa común para los coeficientes de regresión. Debido a la velocidad computacional requerida para las distribuciones posteriores y la conveniencia en el marco de selección del modelo, en este caso, se utiliza la distribución previa (g-priori)

<sup>2</sup> Para más detalles técnicos, consultar las referencias: Hoeting *et al.* (1997, 1999), Fernández *et al.* (2001) y Gnimassoun (2015).

ampliamente utilizada en los estudios bayesianos, planteada por Fernández *et al.* (2001) y Ley y Steel (2009). En este enfoque,  $g_j = 1/K^2$  para un gran número de regresores, es decir,  $N \leq K^2$  y  $g_j = 1/N$  donde  $N > K$ .

Dado que existe la densidad marginal  $P(y|M_j)$ , la probabilidad posterior de cualquier variante del modelo de regresión de los modelos  $M_j$  puede ser calculada mediante la siguiente fórmula, que es esencial para el promedio bayesiano de modelos:

$$P(M_j|y) = \frac{P(y|M_j)P(M_j)}{\sum_{j=1}^{2^K} P(y|M_j)P(M_j)} \quad (4)$$

donde las expresiones  $P(M_1), P(M_2), \dots, P(M_K)$ , denotan las probabilidades a priori de los modelos. En este estudio, se toma la suposición de que todas las combinaciones lineales son igualmente probables:  $P(M_j) = 1/2^K$ . Por lo tanto, la ecuación (4) se puede simplificar a:

$$P(M_j|y) = \frac{P(y|M_j)}{\sum_{j=1}^{2^K} P(y|M_j)} \quad (5)$$

Por otro lado, los modelos se construyen seleccionando variables explicativas de un conjunto existente. Si una variable puede incluirse o excluirse, entonces, para un conjunto de  $K$  predictores, existen  $2^K$  modelos posibles. Esto significa que un conjunto moderadamente grande de predictores generará un espacio de modelo muy grande que es poco probable que esté dominado por un solo modelo. Si consideramos  $K = 25$  variables independientes, tenemos que estimar  $2^{25}$  modelos, es decir, más de treinta y tres millones de combinaciones lineales, lo que requiere un enorme tiempo de procesamiento informático. Una idea mejor, es usar un algoritmo que encuentre los modelos más probables e ignore los de menor probabilidad, con un tiempo de cómputo razonable (Blazejowski *et al.* 2019).

Se utiliza la técnica de composición del modelo de cadenas de Markov Monte Carlo (MC3), que fue desarrollado por Madigan *et al.* (1995). Esta técnica facilita la captura de los modelos con mayor poder explicativo descartando los menos probables.

Dado que no se utiliza un enfoque teórico explícito para el análisis de una gran cantidad de factores determinantes, el uso de BMA con MC3 es fundamental para el estudio. De esta forma, el modelo candidato  $M^*$  se acepta con la probabilidad:

$$\alpha(M^{i-1}, M^*) = \min \left\{ \frac{P(y|M^*)P(M^*)}{P(y|M^{i-1})P(M^{i-1})}, 1 \right\} \quad (6)$$

Donde  $M^{i-1}$ , denota el modelo previamente aceptado en el MC3. Después de un número suficiente de iteraciones, se obtiene una distribución de equilibrio  $P(M, y)$  de las probabilidades posteriores, la media posterior y la varianza, que se calculan en todo el espacio del BMA. Usando la simulación de Monte Carlo se puede derivar la probabilidad de inclusión posterior (PIP,  $P(i|y)$ ). El valor de la PIP discrimina la significancia de cada variable independiente en el modelo de regresión.

Los modelos empíricos de corrupción, regularmente sufren del problema de endogeneidad, que se produce cuando una variable independiente se correlaciona con el término de error en una regresión. Respecto a la corrupción se identifican dos posibles fuentes: los errores de medición en la variable dependiente y la causalidad inversa de algunas variables explicativas.

Los errores de medición son producto de la complejidad del fenómeno, puesto que, los actos corruptos no se registran en su totalidad, ya que la mayoría ocurre en la ilegalidad. Para mitigar los posibles errores de medición, se promedia la puntuación del *Ipc* durante el período de 2015-2020, replicando el mismo procedimiento para la *Tpc*, esto permite obtener valores más confiables. De hecho, se ha demostrado una mayor confiabilidad en los resultados tomando promedios de varios años para otras variables macroeconómicas que no son tan propensas a errores de medición, como el tamaño del gobierno (Jetter y Parmeter, 2015) o los niveles de ingreso (Acemoglu *et al.*, 2008).

La otra fuente de endogeneidad se presenta por la causalidad inversa entre la corrupción y algunos de los determinantes potenciales. De ahí que, en la literatura se ha señalado el efecto de la corrupción en el tamaño y en la efectividad del gobierno, la debilidad de los derechos políticos y de propiedad, la democracia, la estabilidad política, la libertad civil y el PIB per cápita. (Acemoglu y Verdier, 1998; Treisman, 2000; Mo, 2001; Stanig, 2015; D'Agostino *et al.*, 2016).

### 3.2 Promedio de modelos bayesiano (BMA)

La técnica del IVBMA está diseñada para abordar pequeños tamaños de muestra, incertidumbre del modelo y problemas de endogeneidad, al encontrar determinantes robustos de la variable dependiente (Koop *et al.*, 2012). De esta manera, el modelo endógeno de dos etapas es:

$$Y_i = \alpha X_i + \beta W_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

Y

$$X_i = \gamma Z_i + \delta W_i + \rho_i \quad (8)$$

Donde,  $Y_i$  es la variable dependiente,  $X_i$  indica el vector de variables independientes endógenas.  $W_i$ , denota el vector de regresores exógenos, mientras que  $Z_i$  constituye un vector de variables instrumentales,  $\varepsilon_i$  y  $\rho_i$  representan términos de error idiosincráticos.

Encontrar instrumentos válidos para los determinantes potencialmente endógenos es una tarea difícil. Una vía para resolver esta dificultad, es la utilización de valores rezagados de las variables endógenas como instrumentos, la cual es una práctica común en la literatura empírica (Schularick y Steger, 2010; Mirestean y Tsangarides, 2016).

Bhattacharyya y Hodler (2010) emplean valores rezagados de regresores endógenos como instrumentos para el estudio de la corrupción. Para la construcción del IVBMA se emplean los valores promediados de 2010 a 2014 para cada variable endógena como instrumento. A manera de ejemplo, los valores pasados del ingreso suelen ser fuertes predictores de los ingresos actuales, pero no a la inversa. La causalidad deja de ser una preocupación a medida que se incrementan los niveles futuros, en otras palabras, se vuelve muy poco probable que el ingreso futuro afecte los niveles de ingreso del pasado.

En general, un instrumento válido necesita satisfacer dos características: fuerte correlación con la variable potencialmente endógena y la posibilidad de exclusión (Angrist y Pischke, 2008). Con respecto al primer punto, los valores rezagados son particularmente atractivos, ya que las correspondientes condiciones institucionales y económicas son relativamente dependientes de la trayectoria histórica.

La restricción de exclusión, se refiere a cuando los instrumentos excluidos están correlacionados con los regresores endógenos. Esta condición es más difícil de cumplir e incluso de probar. Como tal, la especificación de un modelo de variables instrumentales establece que los instrumentos excluidos afectan la variable independiente sólo de manera indirecta. Así, la restricción de exclusión no siempre puede cumplirse por completo en esta configuración.

Las estimaciones del BMA y del IVBMA se llevaron a cabo con el software estadístico R. Para el BMA se utilizó el paquete “bms” de Zeugner y Feldkircher (2015), mientras que para el IVBMA se implementó el paquete “ivbma” de Lenkoski, Karl y Neudecker (2014).

#### **4. Datos**

Como resultado de la revisión de la literatura, se contemplan 25 posibles determinantes de la corrupción. La base de datos conformada combina estadísticas de distintas fuentes: el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y la fundación Konrad Adenauer. Se contempla un grupo de factores potenciales responsables de la corrupción en las 32 entidades federativas de México. Las variables se presentan como promedio de los valores anuales a nivel de entidad federativa en el período 2015-2020, a excepción de las variables instrumentales que se presentan como promedios del período 2010-2014 (valores rezagados). No se sigue un enfoque teórico específico sobre la corrupción<sup>3</sup>; no obstante, se propone un conjunto amplio de determinantes potenciales de origen institucional, cultural y económico (ver tabla 1).

##### **4.1 Medición de la corrupción**

Hay un significativo número de estudios que matizan las ventajas e inconvenientes de las diferentes medidas de corrupción. Mungiu y Fazekas (2020) destacan las cuatro formas más habituales: I) encuestas sobre percepciones de corrupción e incidencia de corrupción auto informada; II) estadísticas de corrupción administrativa como casos de soborno internacional o auditorías aleatorias; III) indicadores de

---

<sup>3</sup> Dos de los principales enfoques sobre la corrupción se centran: 1) en la moral y en la determinación de ciertas normas, principios y valores que se consideran importantes para el orden social justo (Calera, 1997). 2) en la racionalidad económica, donde la corrupción es concebida en términos de un funcionario público cuyo ingreso debe maximizar, de este modo su decisión dependerá de la situación del mercado y de sus talentos para encontrar su punto de maximización de la ganancia (LaPalombara, 1994).

conexiones políticas o conflictos de intereses utilizando datos administrativos; y IV) indicadores de corrupción a nivel micro, como señales de alerta en materia de adquisiciones públicas.

Las mediciones de la corrupción en México a nivel entidad federativa se concentran en tres fuentes: el Índice de Percepción de Corrupción (Ipc), que es parte del Índice de Desarrollo Democrático, construido por la Fundación Konrad Adenauer; la Tasa de Prevalencia de la Corrupción por entidad federativa (Tpc), recabado a través de la ENCIG por el INEGI; y el Índice Nacional de Corrupción y Buen Gobierno realizado por la organización Transparencia Mexicana, este último, no presenta datos posteriores al 2010.

Para el estudio se utilizan el *Ipc*<sup>4</sup> y la *Tpc*. El primero captura la percepción de la población sobre la corrupción dentro de las entidades federativas. Esta medida, tiende a presentar errores de medición, puesto que la percepción no necesariamente coincide con la corrupción efectiva. La segunda, es una medida que no se basa en la percepción, sino en la aproximación de la corrupción efectiva. No obstante, sólo captura el tipo de corrupción que se produce en la interacción de la sociedad con funcionarios públicos al realizar un trámite o solicitar un servicio; pero deja fuera formas como el clientelismo, el compadrazgo, el desvío de fondos públicos, la asignación de contratos públicos, entre otras. El indicador puede tener errores de medición, al excluir diversas formas en las que se manifiesta el fenómeno. Aun reconociendo las limitaciones de las mediciones, siguen siendo la principal alternativa para aproximar en términos cuantitativos la ocurrencia de la corrupción en la sociedad.

---

<sup>4</sup> El IPC es la suma del promedio normalizado de la percepción de la corrupción a través de encuestas a distintos sectores de la sociedad. La escala es del 0 al 10, donde, 0 refleja una mayor percepción (más corrupción) y 10 menor percepción (menos corrupción).

**Tabla 1**  
**Corrupción, determinantes potenciales y su definición**

Variable	Definición	Fuente
<b>Variable para la Corrupción</b>		
Índice de Percepción de Corrupción	Mide el grado de corrupción percibida, en una escala de 0 a 10, donde los valores más altos indican menor percepción de corrupción, por tanto menos corrupción.	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer-Stiftung
Tasa de prevalencia de corrupción	Mide la incidencia de la corrupción en la población y se calcula dividiendo el total de actos de corrupción en la entidad federativa de residencia entre la población que tuvo contacto con algún servidor público. Valores más altos indican mayor número de actos de corrupción por cada 100, 000 habitantes.	Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental. INEGI
<b>Factores Institucionales</b>		
Tamaño de gobierno	Gasto del gobierno como porcentaje del PIB Estatal.	Finanzas públicas Estatales y Municipales. INEGI
Gobierno eficiente	Mide la forma en que los gobiernos estatales son capaces de influir positivamente en la competitividad de sus respectivos estados, este índice incluye e indicadores relacionados con la promoción del desarrollo económico, la capacidad para generar ingresos propios, la calidad de la información de sus finanzas públicas y el acercamiento con la ciudadanía por medios electrónicos. Toma valores de 0 a 100 donde el valor más alto indica mayor eficiencia en el gobierno.	Índice de Competitividad Estatal. IMCO
Índice democrático	Mide la calidad de la democracia, oscila entre 0 y 10, donde los valores más altos indican mayor calidad en la democracia.	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer
Derechos políticos	Este indicador combina la medición de la percepción sobre los derechos políticos (a través de una encuesta de opinión) y el tipo de elección de las autoridades. Oscila entre 0 y 10, donde los valores más altos indican mayor garantía de los derechos políticos	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer
Índice de Rendición de cuentas	Este Indicador combina diferentes indicadores que permiten evaluar el grado de control existente en términos legales y políticos en cada entidad.	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer
Estado de derecho	este indicador muestra el grado de ingobernabilidad en el interior de la entidad federativa que requiere intervención del gobierno federal. Solo alite tres valores 0.6, 0.8 y 1, donde el valor más alto indica un mayor estado de derecho.	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer
Estabilidad política	Indicador que mide el potencial de los sistemas políticos estatales para ser estables y funcionales. Se incorporan indicadores que dan información sobre corrupción, participación electoral y libertades civiles. Oscila entre 0 y 10, valores más altos indican mayor estabilidad política.	Índice de Competitividad Estatal. IMCO
Libertad civil	Índice que refleja la percepción sobre las libertades civiles (proveniente de encuestas). En una escala de 0-10, las calificaciones más altas indican mayor libertad civil.	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer
Diversidad Política en el Poder legislativo local	Este indicador captura la pluralidad política en cuanto a la composición del poder legislativo local. Toma tres valores 0, 5 y 10. El valor más alto indica mayor pluralidad en el poder legislativo.	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer
Sistema judicial confiable	El indicador analiza el entorno de seguridad pública y jurídica en las entidades federativas. Toma valores de 0 a 100, donde el valor más alto indica mayor confiabilidad del sistema judicial.	Índice de Competitividad Estatal. IMCO
<b>Factores Económicos</b>		
PIB percapita	Logaritmo natural del PIB Percapita.	Banco de información económica y Censos poblacionales. INEGI
Explotación de recursos naturales	El indicador mide la capacidad de los estados para relacionarse de manera sostenible y responsable con los recursos naturales y su entorno. Este provee información sobre la disponibilidad y administración del agua, aire y uso eficiente de los recursos. Toma valores de 0 a 100, donde el valor más alto significa una mejor administración de los recursos naturales.	Índice de Competitividad Estatal. IMCO
Educación primaria	Tasa de eficiencia terminal educación primaria.	Características educativas de la población. INEGI
Educación secundaria	Tasa de eficiencia terminal educación secundaria.	Características educativas de la población. INEGI
Educación media superior	Tasa de eficiencia terminal educación media y superior.	Características educativas de la población. INEGI
Inversión extranjera directa	Inversión extranjera directa como porcentaje del PIB Estatal.	Secretaría de Economía del Gobierno Federal
Índice de GINI	El coeficiente Gini varía desde el valor más bajo, 0 (igualdad perfecta) al valor más alto, 1 (desigualdad perfecta).	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. CONEVAL
Índice de competitividad Estatal	Mide la capacidad de los estados para generar, atraer y retener talento e inversiones. Se construye incorporando 10 subíndices que incorporan variables políticas, institucionales y económicas. Toma valores de 0 a 100, donde el valor más alto indica una mayor competitividad.	Índice de Competitividad Estatal. IMCO
Uso de TIC's	Este indicador engloba elementos relacionados con los sectores financiero, de telecomunicaciones y de transporte. Toma valores de 0 a 100, donde el valor más alto indica un mayor uso de tecnologías de información y comunicaciones.	Índice de Competitividad Estatal. IMCO
<b>Factores Culturales</b>		
Población	Logaritmo natural de la Población total.	Censos poblacionales. INEGI
Población con religión diferente a la católica	Porcentaje de población con religión distinta a la católica respecto al total de la población en la entidad federativa.	Censos poblacionales. INEGI
Población católica	Porcentaje de población con religión católica respecto al total de la población en la entidad federativa.	Censos poblacionales. INEGI
Población hablante de lengua indígena	Porcentaje de población hablante de lengua indígena respecto al total de la población en la entidad federativa.	Censos poblacionales. INEGI
Sociedad incluyente	Mide la calidad de vida de los habitantes a través del acceso que tienen a bienes y servicios agrupados en las siguientes tres áreas: inclusión, educación y salud. Toma valores de 0 a 100, donde el valor más alto representa mayor inclusión en la sociedad.	Índice de Competitividad Estatal. IMCO
Participación de las mujeres en el poder legislativo	Mide la proporción de la representación femenina en los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial estatales. Oscila entre 0-10, donde valores más altos representan mayor proporción de mujeres en los poderes estatales.	Índice de desarrollo democrático. Fundación Konrad-Adenauer

Fuente: elaboración propia con base en la información recabada de las diferentes fuentes citadas.

**Tabla 2**  
**Entidades Federativas de acuerdo a nivel de ingreso per cápita**

Nivel Bajo		Nivel Medio		Nivel Alto	
PIB < 100,000 MXN		100,000 < PIB < 150,000		PIB > 150,000 MXN	
Chiapas	Nayarit	Aguascalientes	Quintana Roo	Baja California	Querétaro
Estado de México	Oaxaca	Chihuahua	San Luis Potosí	Baja California Sur	Sonora
Guerrero	Puebla	Colima	Sinaloa	Campeche	Tabasco
Hidalgo	Tlaxcala	Durango	Tamaulipas	Ciudad de México	
Michoacán	Veracruz	Guanajuato	Yucatán	Coahuila	
Morelos	Zacatecas	Jalisco	Nuevo León		

Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI (2020)

## 5. Resultados

Como primer paso se calculó la matriz de correlación de las variables independientes y se realizó la prueba del factor de inflación de la varianza (FIV)<sup>5</sup>, los resultados muestran que el índice de competitividad, la población con religión diferente a la católica y la población con religión católica, muestran un FIV mayor a 10, el detalle puede consultarse en el tabla A3 del Apéndice. O'Brien (2007) menciona que como regla general se establece que existe un problema grave de multicolinealidad cuando el FIV de algún coeficiente es mayor de 10. Sin embargo, dichas variables, también ostentan una PIP muy baja (ver tabla 3), por tanto, la probabilidad de que sean incluidas en la muestra de mejores modelos es casi nula.

Para ambos modelos se realizaron un total de 3 millones de simulaciones de MCMC, descartando las primeras 300 mil iteraciones (equivalente al 10%), para eliminar la influencia de los valores iniciales. El número de iteraciones se consideró suficiente debido a que presentaron niveles de convergencia elevados, esto es, el coeficiente de correlación entre las probabilidades del modelo numérico y analítico se presentó por encima del 0.90.

Se asumió una probabilidad previa igual para todos los determinantes potenciales. Esto significa que no hubo preferencia por ninguna variable asociada con alguna teoría de la corrupción u otro supuesto fijo, de esta

<sup>5</sup> El FIV computa la razón entre la varianza observada y la potencial en caso de que la variable estuviera correlacionada con las demás variables independientes.

forma, se permitió que las variables fueran determinadas por el modelo de búsqueda (Blazejowski *et al.* 2016).

Las diferencias encontradas entre los modelos de BMA y IVBMA pueden tener origen en la endogeneidad de algunas variables explicativas, esto, genera un sesgo en la estimación y obstaculiza el poder interpretativo del BMA. Por esta razón, se opta por el modelo IVBMA que es más consistente (los resultados del BMA, se reportan en el tabla A1 del apéndice).

Las medias posteriores de los parámetros de regresión (Post Med), las desviaciones estándar posteriores (Post DE), así como las probabilidades de inclusión posteriores (PIP) correspondientes al análisis IVBMA se muestran en el tabla 3. Las variables explicativas se enlistan por orden alfabético y se determina su significancia estadística de acuerdo a lo expuesto por Eicher *et al.* (2012)<sup>6</sup>.

Con base en la métrica expuesta por Eicher *et al.* (2012), el análisis se centra en los predictores que ostentan una PIP al menos del 0.75, es decir, se priorizan las variables independientes que presentan evidencia positiva, fuerte o concluyente, esto es, los predictores que tuvieron significancia estadística en al menos el 75% de los modelos computados, por tanto, reflejan robustez en su asociación con el *Ipc* o con la *Tpc*.

Los predictores que presentan evidencia fuerte de su conexión con el *Ipc*, son: educación secundaria (PIP:99%), el Estado de Derecho (PIP:98%) y el índice democrático (PIP:96%).

Los resultados sugieren que las entidades federativas que cuentan con mayor desarrollo democrático y con un Estado de Derecho más sólido, tienen menor percepción sobre la corrupción. Generalmente, un marco institucional fuerte, desalienta la ocurrencia de la corrupción al incrementar la probabilidad de ser descubierto y castigado. Este resultado es consistente con el encontrado por Brunetti y Weder (2003).

**Tabla 3**  
**Resultados IVBMA**

Variables explicativas	Variable dependiente					
	Ipc			Tpc		
	PIP	Post Med	Post DE	PIP	Post Med	Post DE
Derechos políticos*	0.124	0.012	0.046	0.192	-0.003	0.009

<sup>6</sup>Valores de PIP > 0.99 proporcionan evidencia concluyente; 0.95 < PIP < 0.99 evidencia fuerte; 0.75 < PIP < 0.95 evidencia positiva; y 0.50 < PIP < 0.75 sugieren evidencia débil. Valores de PIP < 0.50 no se consideran significativos.

Diversidad política en el poder legislativo	0.088	0.005	0.030	0.121	-0.001	0.006
Educación media superior	0.105	0.004	0.022	<b>0.997</b>	<b>-0.028</b>	<b>0.007</b>
Educación primaria	0.468	0.098	0.124	0.092	-0.001	0.004
Educación secundaria	<b>0.999</b>	<b>0.395</b>	<b>0.109</b>	0.087	0.000	0.004
Estabilidad política*	0.177	-0.006	0.016	0.274	-0.002	0.003
Estado de Derecho*	<b>0.983</b>	<b>3.612</b>	<b>1.100</b>	0.086	-0.004	0.039
Gobierno eficiente*	0.099	-0.001	0.008	<b>0.777</b>	<b>-0.008</b>	<b>0.005</b>
Índice de competitividad estatal	0.144	0.003	0.028	0.136	-0.001	0.006
Índice de Gini*	0.077	-0.004	1.779	0.167	0.199	0.576
Índice de rendición de cuentas*	0.093	-0.003	0.038	0.089	0.000	0.005
Índice democrático*	<b>0.962</b>	<b>0.493</b>	<b>0.174</b>	0.182	-0.005	0.013
Inversión extranjera directa	<b>0.545</b>	<b>-5.994</b>	<b>6.596</b>	0.183	-0.209	0.588
Libertad civil*	0.088	-0.005	0.037	0.091	0.001	0.005
Explotación de recursos naturales	0.110	-0.002	0.010	0.092	0.000	0.001
Participación de las mujeres en el poder legislativo	0.218	-0.028	0.066	0.076	0.000	0.003
PIB per cápita*	0.104	0.016	0.120	<b>0.972</b>	<b>-0.159</b>	<b>0.055</b>
Población con lengua indígena	0.228	1.606	3.768	0.489	0.694	0.841
Población con religión católica	0.347	-2.082	3.735	0.193	-0.098	0.343
Población con religión diferente a la católica	<b>0.502</b>	<b>6.046</b>	<b>7.296</b>	0.304	0.398	0.749
Población total	0.113	-0.088	0.410	0.390	0.129	0.196
Sistema judicial confiable*	0.089	0.001	0.006	0.133	0.000	0.001
Sociedad incluyente	0.115	-0.003	0.016	<b>0.862</b>	<b>-0.020</b>	<b>0.012</b>
Tamaño de gobierno*	0.388	-4.052	6.228	<b>0.629</b>	<b>-1.272</b>	<b>1.186</b>
Uso de TIC	0.136	-0.003	0.014	<b>0.706</b>	<b>-0.010</b>	<b>0.008</b>

Fuente: elaboración propia con base en estimaciones realizadas en R

Nota: \*variables instrumentales rezagadas, los valores en negritas son los valores con PIP > .50

La democratización de las instituciones fomenta el desarrollo de mecanismos de transparencia y rendición de cuentas, tanto legal como ciudadana. De esta manera no sólo los organismos formales observan el accionar del gobierno, sino que también la ciudadanía funge como fiscalizadora (Kolstad y Wiig, 2016).

En cuanto a la educación secundaria, el nivel de escolaridad puede representar un mejor entendimiento de las reglas de convivencia con la sociedad y su entorno, por lo que, mejora la cohesión social y con ello

inhibe la extracción de rentas derivado de actos corruptos (Melgar *et al.*, 2010).

Por otro lado, los resultados difieren cuando se utiliza la *Tpc* como variable dependiente. En este caso, los predictores con mayor robustez son: la educación media superior (PIP:99%), el PIB per cápita (PIP:98%), el índice de sociedad incluyente (PIP:86%) y el gobierno eficiente (PIP:77%).

A la luz de los hallazgos, contar con mecanismos administrativos estructurados de forma clara, simplificada y con un control estricto, permiten disminuir el riesgo de los ciudadanos a ser víctimas de corrupción. Sheryazdanova *et. al.*, (2020) refieren que la inversión pública destinada a la instauración de un gobierno electrónico, fomenta la eficiencia del gobierno al ofrecer trámites y servicios públicos en diferentes canales a un menor costo, al mismo tiempo, fortalece los mecanismos de observancia inhibiendo los actos corruptos dentro de las dependencias.

El PIB per cápita, se relaciona con la reducción de la *Tpc*. Este resultado concuerda con un gran número de investigaciones (La Porta *et al.*, 1999; Fisman y Gatti, 2002; Fan *et al.*, 2009; Jetter *et al.*, 2015; Jetter y Parmeter, 2018; Gnimmassoun y Massil, 2019). Mantener un clima con condiciones institucionales propicias para el fomento de las actividades económicas, no sólo incide en el nivel de ingreso, sino también en los niveles de corrupción, debido a que genera condiciones que desinhiben su ocurrencia (Braun y Di Tella, 2004).

Por su parte, incrementar la inclusión en la sociedad disminuye la *Tpc*. De acuerdo a Mocán (2008) contar con una sociedad que comparta valores que reflejen mayor equidad e inclusión, permite generar condiciones más justas para la población, desalentando la ocurrencia de los actos corruptos.

La educación media superior está relacionada con el desarrollo de conocimientos y habilidades técnicas para el trabajo, por tanto puede significar mejores oportunidades de empleo, reduciendo la necesidad de obtener ingresos adicionales derivado de actos corruptos (Melgar *et al.*, 2010).

Se encuentra sensibilidad de los resultados al utilizar diferentes variables dependientes. Este resultado es el esperado, debido a que el *Ipc* se construye para medir la percepción de la población. Por ello, es más

propensa a la influencia de las condiciones institucionales. En contraste, la *Tpc* es una aproximación de la corrupción real experimentada por los ciudadanos al realizar un trámite o solicitar un servicio, de esta forma, es influenciada por variables que están relacionadas con las condiciones económicas y de eficiencia administrativa.

### 5.1 Entidades federativas según nivel de ingreso

Los estudios empíricos reconocen diferencias sustanciales en el desenvolvimiento de los fenómenos socioeconómicos cuando se toma en cuenta el nivel de ingreso de las regiones. (Cervellati, *et al.*, 2014; Jetter y Parmeter, 2018).

Bajo este contexto, el análisis del IVBMA se orienta a probar si existen diferencias entre las entidades federativas según su nivel de ingreso per cápita. De la muestra inicial, se sustraen tres grupos y se ordenan en ingreso bajo, medio y alto (ver tabla 2).

Los resultados del IVBMA del grupo de ingreso bajo e ingreso medio (ver tabla 4), muestran que el Estado de Derecho es el determinante más robusto en cuanto a su relación con el *Ipc*. El resultado es consistente con la muestra completa.

Respecto a la *Tpc*, el determinante más robusto en las entidades federativas de ingreso bajo y alto es la población total (PIB:99%). Quizá se deba a que grandes concentraciones de población significan mayor demanda de trámites y servicios públicos, por tanto, crece el riesgo de corrupción.

Asimismo, para los estados de ingreso medio, se halló evidencia adicional de la población hablante de lengua indígena (PIP:84%) y de la diversidad política en el poder legislativo (82%). La diversidad política permite que se construyan contrapesos efectivos para los partidos gobernantes, fomentando la rendición de cuentas. Asimismo, donde se concentra mayor población indígena, la barrera del lenguaje puede propiciar que los funcionarios públicos se aprovechen de esa situación para cometer con mayor facilidad actos corruptos.

Finalmente, para las entidades federativas de ingreso alto, la educación secundaria (PIP:93%) y la sociedad incluyente (PIP:82%) exhiben fuerte conexión con el *Ipc*, resultado consistente con la muestra completa.

## Conclusiones

El desarrollo democrático y la fortaleza del Estado de Derecho son fundamentales para reducir los niveles de corrupción en México, debido a que se traducen en mejoras en los mecanismos de transparencia y rendición de cuentas tanto legal como ciudadana. Del mismo modo, la inversión pública destinada a la instauración de herramientas tecnológicas que fomenten la eficiencia del gobierno y mejoren los controles anticorrupción, inhiben su ocurrencia. Estrada (2013) expone que en México la corrupción en muchos casos se encuentra institucionalizada, por consiguiente es necesario el fortalecimiento de la rendición de cuentas, la cultura ética y la práctica de valores en el servicio público, para reducir el riesgo de los ciudadanos a ser víctimas de algún acto corrupto.

Además, incrementar los niveles de escolaridad en la población, puede fomentar la inclusión social y reducir los niveles de corrupción. Mejía (2020) señala la necesidad de incluir en las escuelas de educación básica una filosofía educativa que promueva una cultura cívica, con valores comunitarios como el respeto, la cooperación, la participación ciudadana y el combate a la corrupción.

Por otro lado, el PIB per cápita refleja las condiciones económicas de las entidades federativas. Para que se genere un crecimiento económico, es necesaria una oferta de servicios públicos de calidad. Además, se requiere el fortalecimiento de las instituciones que dan certidumbre al mercado. Estas condiciones generan un nivel mayor de cumplimiento y transparencia, por tanto, una menor propensión a la corrupción. Ríos y Wood (2018) describen que tener instituciones sólidas que garanticen el cumplimiento de las normas y leyes, inhibe la ocurrencia de la corrupción.

Cuando se agrupa a las entidades federativas de acuerdo al nivel de ingreso, se encuentra que el Estado de Derecho es una variable que presenta una relación robusta en las entidades de ingreso bajo y medio. Por otra parte, la educación ostenta evidencia significativa para las entidades de ingreso medio y alto.

El tamaño de población incide en la prevalencia de la corrupción en las entidades de ingreso bajo y alto. Cuando la población es grande, la interacción de la sociedad con el gobierno es mayor. A su vez, el control de las tareas de gobierno en regiones con alta concentración de población requiere de mecanismos de control robustos y eficaces (Meza y Pérez, 2021).

Una de las limitantes de la investigación es que no se prueban empíricamente los mecanismos de afectación de las variables independientes en la corrupción. Sólo se demuestra su conexión. Asimismo, los resultados no dicen nada sobre la velocidad en la que se ven reflejados los efectos de las variables independientes. De esta forma, utilizar variables independientes rezagadas podrían llevar a conclusiones diferentes. Investigaciones futuras se pueden centrar en probar empíricamente los mecanismos de afectación de cada una de las variables independientes halladas. Asimismo, sería interesante examinar la velocidad en la que se manifiestan los efectos de dichas variables y su persistencia en el tiempo.

**Tabla 4**  
**Resultados IVBM de entidades federativas según nivel de ingreso**

Variables Explicativas	Ingreso Bajo						Ingreso Medio						Ingreso Alto					
	IPC [5]			TPC [6]			IPC [3]			TPC [4]			IPC [1]			TPC [2]		
	PIP	Post Med	Post DE	PIP	Post Med	Post DE	PIP	Post Med	Post DE	PIP	Post Med	Post DE	PIP	Post Med	Post DE	PIP	Post Med	Post DE
Derechos Políticos*	0.145	0.015	0.072	0.216	-0.004	0.011	0.376	0.101	0.196	0.351	0.009	0.018	0.369	0.075	0.125	0.142	0.001	0.008
Diversidad Política en el Poder legislativo	0.337	0.094	0.166	0.320	-0.011	0.020	0.284	0.034	0.221	<b>0.825</b>	<b>-0.044</b>	<b>0.028</b>	0.158	-0.020	0.081	0.434	0.018	0.025
Educación media superior	0.130	0.005	0.035	0.429	-0.008	0.012	0.423	-0.168	0.300	0.227	0.000	0.013	0.282	-0.068	0.153	0.164	0.000	0.010
Educación Primaria	0.228	-0.044	0.151	0.386	-0.030	0.055	0.266	0.196	0.588	0.177	0.002	0.025	0.401	0.101	0.171	<b>0.504</b>	<b>-0.023</b>	<b>0.029</b>
Educación secundaria	<b>0.587</b>	<b>-0.175</b>	<b>0.186</b>	<b>0.528</b>	<b>-0.031</b>	<b>0.040</b>	<b>0.605</b>	<b>0.685</b>	<b>0.717</b>	<b>0.948</b>	<b>-0.153</b>	<b>0.055</b>	<b>0.934</b>	<b>0.496</b>	<b>0.200</b>	0.235	0.006	0.016
Estabilidad Política*	0.144	0.004	0.024	0.404	-0.006	0.009	0.230	0.008	0.084	0.221	0.000	0.007	0.166	-0.002	0.022	0.320	-0.003	0.005
Estado de derecho*	<b>0.949</b>	<b>5.262</b>	<b>2.091</b>	0.160	-0.015	0.083	<b>0.638</b>	<b>4.848</b>	<b>4.529</b>	<b>0.934</b>	<b>-0.899</b>	<b>0.375</b>	0.157	-0.142	0.917	0.290	0.096	0.210
Gobierno eficiente*	0.142	-0.003	0.023	0.398	-0.004	0.007	0.450	-0.114	0.179	0.317	-0.003	0.006	0.142	-0.001	0.015	<b>0.546</b>	<b>-0.006</b>	<b>0.007</b>
Índice de competitividad Estatal	0.142	0.008	0.059	<b>0.514</b>	<b>-0.025</b>	<b>0.031</b>	0.396	0.206	0.356	0.258	0.005	0.015	0.185	-0.006	0.068	0.169	-0.001	0.009
Índice de GINI*	0.120	-0.259	3.903	<b>0.526</b>	<b>1.288</b>	<b>1.514</b>	<b>0.695</b>	<b>23.639</b>	<b>20.080</b>	0.156	0.062	0.510	0.174	-1.410	5.292	<b>0.569</b>	<b>1.493</b>	<b>1.596</b>
Índice de Rendición de cuentas*	0.174	-0.034	0.117	0.446	-0.021	0.030	0.250	-0.082	0.242	0.203	-0.004	0.018	0.145	0.003	0.058	0.141	0.001	0.008
Índice democrático*	0.225	0.089	0.239	0.459	-0.033	0.046	0.491	0.308	0.477	0.462	0.028	0.038	0.272	0.078	0.176	0.175	0.004	0.015
Inversión Extranjera Directa	0.117	0.541	8.530	0.184	-0.390	1.289	0.381	29.047	49.776	0.162	0.170	1.657	<b>0.593</b>	<b>-10.566</b>	<b>10.877</b>	0.258	0.116	0.986
Libertad Civil*	0.137	-0.012	0.078	0.373	0.013	0.021	0.186	-0.002	0.123	0.300	0.008	0.017	0.166	0.010	0.072	0.142	-0.002	0.008
Explotación de recursos naturales	0.145	-0.005	0.025	0.393	-0.006	0.010	0.444	0.069	0.119	0.274	0.003	0.008	0.175	0.006	0.024	0.186	0.001	0.003
Participación de las mujeres en el poder legislativo	0.123	-0.006	0.059	0.125	0.000	0.006	0.220	-0.035	0.108	0.228	-0.003	0.010	0.126	-0.001	0.050	0.149	0.000	0.009
Pib percapita*	0.172	0.339	1.619	0.404	-0.168	0.645	<b>0.563</b>	<b>2.815</b>	<b>3.826</b>	<b>0.561</b>	<b>-0.139</b>	<b>0.186</b>	<b>0.545</b>	<b>0.810</b>	<b>0.916</b>	<b>0.537</b>	<b>0.109</b>	<b>0.134</b>
Poblacion con lengua indigena	0.147	0.404	2.983	0.263	0.272	0.758	0.328	9.953	24.349	<b>0.842</b>	<b>3.770</b>	<b>2.204</b>	0.255	-5.182	13.100	0.242	0.966	2.872
Poblacion con religión catolica	0.171	-0.364	6.241	0.417	-0.795	1.633	<b>0.592</b>	<b>-84.972</b>	<b>113.607</b>	0.359	1.251	2.695	0.232	1.466	8.733	<b>0.950</b>	<b>8.557</b>	<b>3.119</b>
Poblacion con religión diferente a la catolica	0.188	1.555	9.203	<b>0.562</b>	<b>1.582</b>	<b>2.041</b>	0.485	-69.658	124.656	0.250	0.458	2.942	0.343	9.283	20.477	<b>0.999</b>	<b>-18.249</b>	<b>5.205</b>
Población total	0.141	-0.041	0.609	<b>0.995</b>	<b>0.997</b>	<b>0.277</b>	0.338	4.352	10.106	0.488	-0.016	0.653	0.243	-0.565	1.486	<b>0.980</b>	<b>0.788</b>	<b>0.264</b>
Sistema judicial confiable*	0.133	0.001	0.011	0.158	0.000	0.002	0.457	0.065	0.096	0.205	0.000	0.004	<b>0.506</b>	<b>0.033</b>	<b>0.041</b>	0.158	0.000	0.002
Sociedad incluyente	0.138	-0.001	0.033	0.364	0.007	0.013	0.191	-0.013	0.088	0.189	0.001	0.008	<b>0.824</b>	<b>0.151</b>	<b>0.102</b>	0.382	0.005	0.009
Tamaño de gobierno*	0.220	-2.990	8.242	0.250	-0.337	1.315	0.269	0.994	33.806	0.240	0.713	2.290	0.221	-2.727	11.665	0.465	-2.196	2.957
Uso de TIC	0.139	-0.004	0.057	0.172	0.000	0.010	0.444	0.177	0.286	0.393	0.008	0.014	0.235	-0.010	0.042	0.257	0.001	0.005

Fuente: elaboración propia con base en estimaciones realizadas en R.

Nota: \*variables instrumentales rezagadas, los valores en negritas son los valores con PIP > .50. Se considera a las 32 entidades federativas, las cuales están clasificadas de acuerdo a su nivel de ingreso: ingreso bajo (PIB per cápitas ≤ 1,045 dólares), ingreso medio (1,046 ≤ PIB per cápitas ≤ 4,095 dólares) e ingreso alto (4,096 ≤ PIB per cápitas ≤ 12,695).

## Referencias

- [1] Accinelli, E. y Sánchez, C. E. J. (2012). "Corruption Driven by Imitative Behavior". *Economics Letters*, 117(1), 84-87.
- [2] Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J. A., y Yared, P. (2008). "Income and Democracy". *American Economic Review*, 98(3), 808-842.
- [3] Acemoglu, D., y Verdier, T. (1998). "Property rights, Corruption and the Allocation of Talent: A General Equilibrium Approach". *The Economic Journal*, 108(450), 1381-1403.
- [4] Al-Jundi, S., Shuhaiber, A., y Al-Emara, S. S. (2022). "The Effect of Political Instability and Institutional Weakness on Administrative Corruption". *Contemporary Economics*, 16(2), 168-181.
- [5] Andersen, T. B. (2009). "E-Government as an anti-corruption strategy". *Information Economics and Policy*, 21(3), 201-210.
- [6] Angrist, J. D., y Pischke, J.-S. (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton University Press.
- [7] Arikan, G. G. (2004). "Fiscal Decentralization: A Remedy for Corruption?". *International Tax and Public Finance*, 11(2), 175-195.
- [8] Bayale, N. (2020). *Empirical Investigation into the Determinants of Public Debts in Africa: New Insights Using a Panel Bayesian Model Averaging Approach*.
- [9] Bhattacharyya, S., y Hodler, R. (2010). "Natural Resources, Democracy and Corruption". *European Economic Review*, 54(4), 608-621.
- [10] Billger, S. M., y Goel, R. K. (2009). "Do Existing Corruption Levels Matter in Controlling Corruption: Cross-country Quantile Regression Estimates". *Journal of Development Economics*, 90(2), 299-305.
- [11] Blazejowski, M., Kwiatkowski, J. y Gazda, J. (2019). "Sources of Economic Growth: A Global Perspective". *Sustainability*, vol. 11, no. 275.
- [12] Blazejowski, M., Kwiatkowski, J., Gazda J. (2016). "Bayesian Model Averaging in the Studies on Economic Growth in the EU Regions – Application of the Gretl BMA Package". *Economics and Sociology*, Vol. 9, No. 4 (November), 168-175.
- [13] Braun, M., y Di Tella, R. (2004). "Inflation, Inflation Variability, and Corruption". *Economics & Politics*, 16(1), 77-100.
- [14] Brock, W. A., y Durlauf, S. N. (2001). "What Have We Learned from a Decade of Empirical Research on Growth? Growth Empirics and Reality". *The World Bank Economic Review*, 15(2), 229-272.
- [15] Brunetti, A., y Weder, B. (2003). "A Free Press is Bad News for Corruption". *Journal of Public Economics*, 87(7), 1801-1824.
- [16] Calera, N. M. L. (1997). *Corrupción, ética y democracia. La corrupción política* (pp. 117-135). Alianza.
- [17] Casar, M. (2016). *México: anatomía de la corrupción*. México: CIDE/IMCO.
- [18] Castañeda, R. V. M. (2016). "Una investigación sobre la corrupción pública y sus determinantes". *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 61(227), 103-135.

- [19] Cervellati, M., Jung, F., Sunde, U., y Vischer, T. (2014). "Income and Democracy: Comment". *American Economic Review*, 104(2), 707-719.
- [20] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2020). Banco de indicadores de pobreza por entidad federativa.
- [21] D'Agostino, G., Dunne, J. P., y Pieroni, L. (2016). "Corruption and Growth in Africa". *European Journal of Political Economy*, 43, 71-88.
- [22] D'Andrea, S. (2022). "Are There Any Robust Determinants of Growth in Europe? A Bayesian Model Averaging Approach". *International Economics*, 171, 143-173.
- [23] De Viteri, V. A. S., y Bjornskov, C. (2020). Constitutional power concentration and corruption: evidence from Latin America and the Caribbean. *Constitutional Political Economy*, 31(4), 509-536.
- [24] Dreher, A., Kotsogiannis, C., y McCorriston, S. (2009). "How do Institutions Affect Corruption and the Shadow Economy?". *International Tax and Public Finance*, 16 (6), 773-796.
- [26] Durlauf, S. N., Kourtellos, A., y Tan, C. M. (2012). "Is God in the Details? A Reexamination of the Role of Religion in Economic Growth". *Journal of Applied Econometrics*, 27(7), 1059-1075.
- [27] ENCI. (2021). Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- [28] Eicher, T. S., Henn, C., y Papageorgiou, C. (2012). "Trade Creation and Diversion Revisited: Accounting for Model Uncertainty and Natural Trading Partner Effects". *Journal of Applied Econometrics*, 27(2), 296-321.
- [29] Elbahnasawy, N. G., y Revier, C. F. (2012). "The Determinants of Corruption: Cross-country Panel Data Analysis". *The Developing Economies*, 50(4), 311-333.
- [30] Estrada, R. J. L. (2013). "La corrupción administrativa en México". *Polis*, 9(2), 179-184.
- [31] Fan, C. S., Lin, C., y Treisman, D. (2009). "Political Decentralization and Corruption: Evidence from Around the World". *Journal of Public Economics*, 93(1), 14-34.
- [32] Fernandez, C., Ley, E., y Steel, M. F. (2001). "Benchmark Priors for Bayesian Model Averaging". *Journal of Econometrics*, 100(2), 381-427.
- [33] Fisman, R., y Gatti, R. (2002). "Decentralization and Corruption: Evidence Across Countries". *Journal of Public Economics*, 83(3), 325-345.
- [34] Freille, S., Haque, M. E., y Kneller, R. (2007). "A Contribution to the Empirics of Press Freedom and Corruption". *European Journal of Political Economy*, 23(4), 838-862.
- [35] Fundación Konrad Adenauer (2020). "Índice de desarrollo democrático de México IDD-Mex 2020". México: Fundación Konrad Adenauer.
- [36] Gatti, R. (2004). "Explaining corruption: Are open countries less corrupt?". *Journal of International Development*, 16(6), 851-861.
- [37] Glaeser, E. L., y Saks, R. E. (2006). "Corruption in America". *Journal of Public Economics*, 90(6), 1053-1072.
- [38] Gnimassoun, B., y Massil, J. K. (2019). "Determinants of corruption: Can We Put All Countries in the Same Basket?". *The European Journal of Comparative Economics*, 16, 239-276.

- [39] Gnimassoun, B. (2015). "The Importance of the Exchange Rate Regime in Limiting Current Account Imbalances in Sub-Saharan African Countries". *Journal of International Money and Finance*, 53, 36-74.
- [40] Grove, W. A., Hussey, A., y Jetter, M. (2011). "The Gender Pay Gap Beyond Human Capital: Heterogeneity in Noncognitive Skills and in Labor Market Tastes". *Journal of Human Resources*, 46(4), 827-874.
- [41] Gründler, K., y Potrafke, N. (2019). "Corruption and Economic Growth: New Empirical Evidence". *European Journal of Political Economy*, 60, 101810.
- [42] Hoeting, J. A., Madigan, D. y Raftery, A. E. (1997). "Bayesian Model Averaging for Linear Regression Models". *Journal of the American Statistical Association*, 92(437), 179-191.
- [43] Hoeting, J. A., Madigan, D., Raftery, A. E., y Volinsky, C. T. (1999). "Bayesian Model Averaging: A Tutorial". *Statistical Science*, 14(2), 382-401.
- [44] Instituto Mexicano para la Competitividad. (2020). Índice de competitividad Estatal.
- [45] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Banco de información económica.
- [46] Iwasaki, I., y Suzuki, T. (2012). "The Determinants of Corruption in Transition Economies". *Economics Letters*, 114(1), 54-60.
- [47] Jetter, M., y Parmeter, C. F. (2015). "Trade Openness and Bigger Governments: The Role of Country Size Revisited". *European Journal of Political Economy*, 37, 49-63.
- [48] Jetter, M., y Parmeter, C. F. (2018). "Sorting Through Global Corruption Determinants: Institutions and Education Matter-Not Culture". *World Development*, 109, 279-294.
- [49] Jetter, M., Montoya Agudelo, A., y Ramírez Hassan, A. (2015). "The Effect of Democracy on Corruption: Income is Key". *World Development*, 74, 286-304.
- [50] Khan, S. (2022). "Investigating the Effect of Income Inequality on Corruption: New Evidence From 23 Emerging Countries". *Journal of the Knowledge Economy*, 13(3), 2100-2126.
- [51] Karl, A. y Lenkoski, A. (2012), "Instrumental Variable Bayesian Model Averaging Via Conditional Bayes factors", arXiv preprint arXiv:1202.5846.
- [52] Knutsen, C. H., Kotsadam, A., Olsen, E. H., y Wig, T. (2017). "Mining and Local Corruption in Africa". *American Journal of Political Science*, 61(2), 320-334.
- [53] Kolstad, I., y Wiig, A. (2016). "Does Democracy Reduce Corruption?". *Democratization*, 23(7), 1198-1215.
- [54] Koop, G. (2003). *Bayesian Econometrics*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, UK.
- [55] Koop, G., Leon-Gonzalez, R., y Strachan, R. (2012). "Bayesian Model Averaging in the Instrumental Variable Regression Model". *Journal of Econometrics*, 171(2), 237-250.
- [56] Lapalombara, J., (1994). "Structural and Institutional Aspects of Corruption". *Social Research*, LXI, 325-350.

- [57] La Porta, R., Lopez-de Silanes, F., Shleifer, A., y Vishny, R. (1999). "The Quality of Government". *Journal of Law, Economics, and Organization*, 15(1), 222-279.
- [58] Lederman, D., Loayza, N. y Reis Soares, R., (2001). *Accountability and Corruption: Political Institutions Matter*. (Vol. 2708). World Bank Publications.
- [59] Lenkoski, A., Karl, A., y Neudecker, A. (2014). ivbma: Bayesian instrumental variable estimation and model determination via conditional bayes factors. R package version, 1, 05. URL <https://CRAN.R-project.org/package=ivbma>.
- [60] Ley, E. y Steel, M.F.J. (2009). "On the Effect of Prior Assumptions in Bayesian Model Averaging with Applications to Growth Regression". *Journal of Applied Economics*, 24, 651-674.
- [61] López, J. A. P., y Santos, J. M. S. (2009). "La dotación de capital social como factor determinante de la corrupción". *Revista de Economía Mundial*, (22), 197-219.
- [62] Madigan, D., York, J. y Allard, D. (1995). "Bayesian Graphical Models for Discrete Data". *International Statistical Review*, 63, 215-232.
- [63] Maltritz, D. (2012). "Determinants of Sovereign Yield Spreads in the Eurozone: A Bayesian Approach". *Journal of International Money and Finance*, 31(3), 657-672.
- [64] Marvasti, M. B. (2020). "Investigating the Determinants of Financial Development in OPEC Countries: An Application of Bayesian Model Averaging Approach". *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10 (1), 342 -352.
- [65] Mejía, A. M. D. R. (2020). *Reflexiones sobre la educación en México y su crisis para educar en el civismo*. OPENAIRE.
- [66] Melgar, N., Rossi, M., y Smith, T. W. (2010). "The Perception of Corruption in a Cross-country Perspective: Why are Some Individuals more Perceptive than Others?". *Economía Aplicada*, 14(2), 183-198.
- [67] Meza, O., y Pérez, C. E. (2021). "Corruption consolidation in local governments: A grounded analytical framework". *Public Administration*, 99(3), 530-546.
- [68] Mirestean, A., y Tsangarides, C. G. (2016). "Growth Determinants Revisited Using Limited Information Bayesian Model Averaging". *Journal of Applied Econometrics*, 31(1), 106-132.
- [69] Mo, P. (2001). "Corruption and Economic Growth". *Journal of comparative economics*, 29(1), 66-79.
- [70] Mocan, N. (2008). "What Determines Corruption? International Evidence from Microdata". *Economic Inquiry*, 46(4), 493-510.
- [71] Moral, B. E. (2012). "Determinants of Economic Growth: A Bayesian Panel Data Approach". *Review of Economics and Statistics*, 94(2), 566-579.
- [72] Mungiu P., A., y Fazekas, M. (2020). "How to Define and Measure Corruption". *In A Research Agenda for Studies of Corruption* (pp. 7-26). Edward Elgar Publishing.
- [73] Nagou, M., Bayale, N., y Kouassi, B. K. (2021). "On the Robust Drivers of Public Debt in Africa: Fresh Evidence from Bayesian Model Averaging Approach". *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1860282.

- [74] O'Brien, R. M. (2007). "A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors". *Quality & quantity*, 41, 673-690.
- [75] Pellegrini, L. y Gerlagh, R. (2004). Corruption's effect on growth and its transmission channels. *Kyklos*, 57(3), 429-456.
- [76] Persson, T., Tabellini, G., y Trebbi, F. (2003). "Electoral Rules and Corruption". *Journal of the European Economic Association*, 1(4), 958-989.
- [77] Ríos, V., y Wood, W. D. (Eds.). (2018). *The Missing Reform: Strengthening the Rule of Law in Mexico*. Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- [78] Rock, M. T., y Bonnett, H. (2004). "The Comparative Politics of Corruption: Accounting for the East Asian Paradox in Empirical Studies of Corruption, Growth and Investment". *World Development*, 32(6), 999-1017.
- [79] Rowland, M. (1998). Visión contemporánea de la corrupción. La hora de la transparencia en América Latina. El manual de anticorrupción de la función pública, Buenos Aires: Granica/Ciedla, 31-42.
- [80] Saha, S., Beladi, H., y Kar, S. (2021). "Corruption Control, Shadow Economy and Income Inequality: Evidence From Asia". *Economic Systems*, 45(2), 100774.
- [81] Seldadyo, H., y De Haan, J. (2006). "The determinants of corruption: A literature survey and new evidence". In EPCS Conference, Turku, Finland (pp. 20-23).
- [82] Schularick, M., y Steger, T. M. (2010). "Financial Integration, Investment, and Economic Growth: Evidence from Two Eras of Financial Globalization". *The Review of Economics and Statistics*, 92(4), 756-768.
- [83] Sheryazdanova, G., Nurtazina, R., Byulegenova, B., & Rystina, I. (2020). "Correlation between E-Government and corruption risks in Kazakhstan". *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(7), 41-48.
- [84] Stanig, P. (2015). "Regulation of Speech and Media Coverage of Corruption: An Empirical Analysis of the Mexican Press". *American Journal of Political Science*, 59 (1), 175-193.
- [85] Trabelsi, M. A., y Trabelsi, H. (2021). "At What Level of Corruption does Economic Growth Decrease?". *Journal of Financial Crime*, 28(4), 1317-1324.
- [86] Transparency International (2022). Corruption perceptions index 2022. Transparency.org. Recuperado de: [https://www.transparency.org/news/feature/corruption\\_perceptions\\_index\\_2022](https://www.transparency.org/news/feature/corruption_perceptions_index_2022)
- [87] Treisman, D. (2000). "The Causes of Corruption: A Cross-National Study". *Journal of Public Economics*, 76(3), 399-457.
- [88] Ulman, S. R. (2013). "Corruption and national competitiveness in different stages of country development". *Procedia Economics and Finance*, 6, 150-160.
- [89] Zellner, A. (1986). On Assessing Prior Distributions and Bayesian Regression Analysis with g-Prior Distributions, in: Bayesian Inference and Decision

Techniques: Essays in Honor of Bruno de Finetti; Goel, P., Zellner, A., (eds.), Elsevier: Amsterdam, The Netherlands.

- [90] Zeugner, S., & Feldkircher, M. (2015). "Bayesian model averaging employing fixed and flexible priors: The BMS package for R". Journal of Statistical Software, 68, 1-37.

## Apéndice

**Tabla A1. Resultados BMA**

Variables explicativas	Variable dependiente					
	IPC			TPC		
	PIP	Post Med	Post DE	PIP	Post Med	Post DE
Derechos políticos	0.085	0.004	0.030	0.103	0.001	0.004
Diversidad política en el poder legislativo	0.094	0.006	0.033	0.087	0.000	0.004
Educación media superior	0.083	0.002	0.016	<b>1.000</b>	<b>-0.035</b>	<b>0.007</b>
Educación primaria	0.130	0.012	0.044	0.083	0.000	0.003
Educación secundaria	0.079	-0.001	0.023	0.102	0.000	0.004
Estabilidad política	<b>0.594</b>	<b>0.030</b>	<b>0.030</b>	<b>0.679</b>	<b>-0.005</b>	<b>0.004</b>
Estado de Derecho	<b>1.000</b>	<b>6.322</b>	<b>1.253</b>	0.084	0.002	0.047
Gobierno eficiente	0.090	0.000	0.007	0.139	0.000	0.002
Índice de competitividad estatal	0.144	-0.006	0.024	<b>0.527</b>	<b>-0.014</b>	<b>0.017</b>
Índice de Gini	0.111	0.580	2.643	0.180	-0.200	0.545
Índice de rendición de cuentas	0.464	-0.112	0.141	0.081	0.000	0.004
Índice democrático	<b>0.948</b>	<b>0.371</b>	<b>0.146</b>	0.104	-0.001	0.006
Inversión extranjera directa	0.165	-0.958	2.856	0.188	-0.202	0.544
Libertad civil	0.094	0.005	0.036	0.817	0.024	0.015
Explotación de recursos naturales	0.092	0.001	0.008	0.085	0.000	0.001
Participación de las mujeres en el poder legislativo	0.134	-0.012	0.045	0.082	0.000	0.003
PIB per cápita	0.218	0.091	0.215	<b>0.999</b>	<b>-0.178</b>	<b>0.042</b>
Población con lengua indígena	0.293	1.702	3.201	0.266	-0.242	0.503
Población con religión católica	0.090	-0.018	1.084	0.346	-0.260	0.464
Población con religión diferente a la católica	0.097	0.307	1.941	0.459	0.604	0.809
Población total	0.258	-0.352	0.726	0.146	0.022	0.083
Sistema judicial confiable	0.323	0.011	0.020	<b>0.995</b>	<b>-0.010</b>	<b>0.003</b>
Sociedad incluyente	0.100	-0.002	0.012	<b>0.701</b>	<b>0.010</b>	<b>0.008</b>
Tamaño de gobierno	0.090	-0.022	1.336	0.140	-0.091	0.332
Uso de TIC	0.101	-0.001	0.009	0.159	-0.001	0.003

Fuente: elaboración propia con base en estimaciones realizadas en R.

Nota: los valores en negritas son los valores con PIP > .50

Tabla A2. Matriz de correlaciones

	Diversidad Política en el Poder legislativo	Índice de Rendición de cuentas	Estado de derecho	Derechos Políticos	Libertad Civil	Participación de las mujeres en el poder legislativo	Índice democrático*	Tamaño de gobierno	PIB per cápita	Sistema judicial confiable	Explotación de recursos naturales	Sociedad incluyente	Estabilidad Política	Gobierno eficiente	Uso de TIC	Índice de competitividad Estatal	Inversión Extranjera Directa	Índice de GNI	Educación media superior	Educación secundaria	Educación Primaria	Población total	Población con religión diferente a la católica	Población con religión católica	Población con lengua indígena	
Diversidad Política en el Poder legislativo	1.000																									
Índice de Rendición de cuentas	0.023	1.000																								
Estado de derecho	0.231	-0.070	1.000																							
Derechos Políticos	-0.001	0.247	-0.023	1.000																						
Libertad Civil	-0.112	0.281	-0.118	0.494	1.000																					
Participación de las mujeres en el poder legislativo	0.086	0.085	0.268	0.072	0.110	1.000																				
Índice democrático*	0.137	0.448	0.322	0.468	0.411	0.290	1.000																			
Tamaño de gobierno	-0.051	-0.202	-0.075	-0.147	-0.144	-0.066	-0.453	1.000																		
PIB per cápita	0.173	0.183	0.109	0.133	0.126	-0.015	0.250	-0.282	1.000																	
Sistema judicial confiable	0.090	0.163	0.047	0.075	0.143	-0.114	0.365	-0.086	0.121	1.000																
Explotación de recursos naturales	-0.086	0.130	0.019	0.034	-0.044	-0.111	0.264	-0.255	-0.087	-0.103	1.000															
Sociedad incluyente	-0.038	0.287	0.222	0.077	0.077	0.151	0.496	-0.645	0.233	0.006	0.502	1.000														
Estabilidad Política	0.124	0.375	-0.042	0.167	0.140	0.112	0.403	-0.132	0.281	0.476	-0.088	0.091	1.000													
Gobierno eficiente	-0.046	0.260	0.201	0.059	0.069	0.170	0.509	-0.634	0.267	0.170	0.331	0.584	0.239	1.000												
Uso de TIC	-0.069	0.085	0.104	0.044	-0.001	0.140	0.315	-0.543	-0.130	-0.182	0.608	0.728	-0.104	0.498	1.000											
Índice de competitividad Estatal	-0.042	0.309	0.126	0.116	0.032	0.085	0.576	-0.717	0.068	0.221	0.573	0.754	0.273	0.814	0.741	1.000										
Inversión Extranjera Directa	-0.165	-0.028	0.038	-0.044	-0.053	0.111	0.120	-0.269	-0.440	-0.165	0.549	0.402	-0.181	0.293	0.645	0.501	1.000									
Índice de GNI	0.016	-0.156	-0.148	-0.032	-0.021	0.101	-0.074	0.087	-0.149	0.070	0.161	-0.133	-0.006	-0.073	0.066	-0.030	0.202	1.000								
Educación media superior	0.095	-0.093	0.267	0.050	0.052	-0.019	0.028	0.204	0.081	0.068	-0.320	-0.109	-0.098	-0.261	-0.202	-0.293	-0.308	-0.086	1.000							
Educación secundaria	0.009	-0.031	0.443	-0.033	-0.060	0.190	0.229	-0.271	0.086	-0.020	0.097	0.490	-0.128	0.367	0.389	0.321	0.173	-0.151	0.329	1.000						
Educación Primaria	-0.035	0.267	0.274	0.116	0.080	0.158	0.423	-0.351	0.210	0.192	0.076	0.502	0.243	0.529	0.261	0.524	-0.007	-0.267	0.213	0.595	1.000					
Población total	-0.100	-0.248	-0.275	-0.083	-0.135	-0.183	-0.303	0.071	-0.496	-0.260	0.123	-0.266	-0.433	-0.011	0.222	0.018	0.220	0.120	-0.236	-0.171	-0.312	1.000				
Población con religión diferente a la católica	0.142	-0.241	0.048	-0.025	-0.046	0.117	-0.283	0.204	-0.009	-0.059	-0.310	-0.243	-0.097	-0.216	-0.098	-0.360	-0.071	0.197	0.170	0.290	-0.152	0.043	1.000			
Población con religión católica	-0.199	0.111	-0.038	-0.045	0.036	-0.118	0.167	-0.038	-0.083	-0.019	0.280	0.078	0.037	0.103	-0.015	0.175	0.044	-0.174	-0.161	-0.274	0.021	0.059	-0.914	1.000		
Población con lengua indígena	-0.057	-0.292	-0.061	-0.059	-0.039	0.013	-0.271	0.618	-0.179	-0.338	-0.539	0.018	-0.377	-0.355	-0.484	-0.213	0.294	0.096	-0.059	-0.282	0.091	0.507	-0.387	1.000		

Fuente: Elaboración propia con datos calculados con software STATA 14

**Tabla A3. Factor de Inflación de la varianza para las variables de control**

<b>Variable</b>	<b>FIV</b>	<b>1/FIV</b>
Índice de competitividad estatal	26.51	0.038
Población con religión diferente a la católica	20.52	0.049
Población con religión católica	15.68	0.064
Uso de TIC	7.34	0.136
Sociedad incluyente	6.3	0.159
Gobierno eficiente	5.72	0.175
Educación secundaria	5.06	0.197
Tamaño de gobierno	4.55	0.220
Índice democrático*	4.27	0.234
Población con lengua indígena	4.26	0.235
Población total	4.03	0.248
Explotación de recursos naturales	3.53	0.284
Educación primaria	3.47	0.288
Estabilidad política	3.42	0.293
Inversión extranjera directa	3.26	0.307
Sistema judicial confiable	3.01	0.332
PIB per cápita	2.74	0.365
Educación media superior	2.11	0.474
Estado de Derecho	1.89	0.530
Libertad civil	1.84	0.543
Derechos políticos	1.78	0.562
Índice de rendición de cuentas	1.69	0.591
Participación de las mujeres en el poder legislativo	1.65	0.605
Índice de Gini	1.49	0.671
Diversidad política en el poder legislativo	1.41	0.711
<b>Media FIV</b>	<b>5.5</b>	

Fuente: elaboración propia con datos calculados con software STATA 14

# Propuesta de matriz de contabilidad social para México 2022: un análisis estructural postpandemia de los sectores estratégicos, clave, impulsores e independientes

## Proposal for a social accounting matrix for Mexico 2022: a post-pandemic structural analysis of the strategic, key, driver and independent sectors

Carlos Manuel García Remigio\*, Manuel Alejandro Cardenete Flores\*\* y Francisco Venegas Martínez\*\*\*

Información del artículo	Resumen
Recibido: 24 marzo 2023	Esta investigación estima la Matriz de Contabilidad Social (MCS) de la economía mexicana para el año 2022, con base en la matriz de 2018, utilizando el método de entropía cruzada. Con la MCS estimada se realiza un análisis multisectorial mediante la clasificación de sectores. Los resultados empíricos obtenidos en la nueva MCS 2022 reflejan una aproximación a la estructura de la economía nacional. El análisis multisectorial muestra un cambio significativo en la estructura económica de los últimos 10 años; particularmente se observan los efectos negativos que generó la crisis sanitaria de Covid-19 en diversas actividades como las manufacturas, el comercio y la agricultura. Además, a partir del análisis multisectorial se infiere que la recuperación de dichas actividades será lenta y sostenida. Por último, se propone un conjunto de recomendaciones en materia de política económica para que México alcance una senda de crecimiento estable.
Aceptado: 13 diciembre 2023	
Clasificación JEL: E16, B23, C15.	
Palabras clave: matriz de contabilidad social, modelos matemáticos de estimación, entropía cruzada.	

\* Instituto Politécnico Nacional, [cmgarcia@ipn.mx](mailto:cmgarcia@ipn.mx), <https://orcid.org/0000-0002-7399-0119>.

\*\* Universidad Loyola Andalucía, [macardenete@uloyola.es](mailto:macardenete@uloyola.es), <https://orcid.org/0000-0001-7495-7479>.

\*\*\* Instituto Politécnico Nacional, [fvenegas@ipn.mx](mailto:fvenegas@ipn.mx), <https://orcid.org/0000-0003-1157-0298>.

Article information	Abstract
Received: 24 March 2023	This research estimates the Social Accounting Matrix (SAM) of the Mexican economy for 2022 based on the 2018 matrix, using the Cross-Entropy method. The estimated SAM is then used to conduct a multisectoral analysis by classifying sectors. The empirical results obtained in the new 2022 SAM provide an approximation to the structure of the national economy. The multisectoral analysis reveals a significant change in the economic structure over the past 10 years, particularly highlighting the adverse effects of the COVID-19 health crisis on various sectors such as manufacturing, trade, and agriculture. Furthermore, the multisectoral analysis suggests that the recovery of these activities will be gradual and sustained. Lastly, a set of policy recommendations is proposed to set Mexico on a path towards stable economic growth.
Accepted: 13 December 2023	
JEL Classification: E16, B23, C15.	
Keywords: social accounting matrix, mathematical estimation models, cross entropy.	

## Introducción

La recuperación económica en el período posterior a la crisis sanitaria por Covid-19 se ha dado de forma lenta, factores como la escasez de insumos para procesos de manufacturas o el alza en el precio de los combustibles provocaron aumentos en los precios en general, que junto a la pérdida de empleos generó problemas importantes para las economías de varios países.

Particularmente, América Latina fue bastante afectada por esta crisis, de acuerdo con datos del Banco Mundial, países como Argentina, Brasil, Chile y México registraron tasas de crecimiento de -9.9%, -3.3%, -6.1% y -8.0% respecto al Producto Interno Bruto (PIB) en el año 2020; el encarecimiento de bienes y servicios, así como la pérdida de empleos fueron algunos de los factores clave que generaron esta crisis (Banco Mundial, 2023). La intervención de los gobiernos fue necesaria para buscar la rápida estabilización y posteriormente regresar a la senda de crecimiento, logrando así que para 2021 estos países volvieran a registrar tasas positivas.

Este panorama de recuperación permite plantear una posible estructura del cierre de la economía mexicana para el año 2022 tomando en cuenta cada uno de los factores antes mencionados, así como su efecto tanto en variables macroeconómicas y en las principales actividades productivas. Un método eficiente para plantear la estructura económica de un país (o región) es a través de una Matriz de Contabilidad Social (MCS). Esta herramienta permite visualizar las relaciones intersectoriales, tanto de

actividades productivas como de cuentas institucionales y es utilizada por una gran cantidad de países para realizar simulaciones, principalmente para evaluar el efecto de la implementación de políticas públicas. También es de gran utilidad para visualizar cambios estructurales a partir de ejercicios de estática comparativa entre diferentes períodos de estudio. En este contexto, el objetivo de la presente investigación consiste en estimar una MCS para México, actualizada para 2022, que pueda representar una aproximación al cierre de la economía para el período en cuestión. Adicionalmente, con la nueva base se espera realizar un análisis estructural respecto al año 2012 e identificar aquellas actividades que han sufrido cambios en este período de tiempo.

Las preguntas de investigación de este artículo son: ¿La nueva Matriz de Contabilidad Social refleja la estructura de la economía mexicana para 2022? ¿Existen resultados relevantes con el análisis estructural? De esta manera se espera obtener resultados empíricos que puedan ser utilizados en la toma de decisiones de los diseñadores de la política económica en México.

Anteriormente, autores como Dávila y Valdés cuantificaron el cierre de actividades no esenciales durante el segundo trimestre de 2020 en términos de empleo, para esto emplean una matriz insumo-producto de México para año 2013 (MIP), su estudio señala que el cierre de estas actividades generó una caída en el nivel de empleo en un 28% (Dávila y Valdés, 2020); Fuentes, Gaytán y Brugués utilizan un método de extracción hipotética para estudiar la estructura de precios después de la contracción de 2020 y utilizan una MIP actualizada para 2019, encontrando un efecto deflacionario en sectores inmobiliarios y de manufacturas (Fuentes *et al.*, 2022); también, el Banco de México estudia los efectos de la pandemia en el turismo y actividades regionales, tomando como base una MCS regional para el año 2013, mostrando el efecto negativo sobre esta actividad económica, así como aquellas que están directamente relacionadas (transporte, alojamiento temporal, entre otros) (Banco de México, 2021).

En el entorno internacional Oks, Chisari y Vila estudian el impacto económico de políticas anticíclicas posteriores a la pandemia, a partir de un modelo de equilibrio general computable y toman como base una MCS de la economía de Argentina para el año 2015. Sus resultados muestran un fuerte impacto en las principales variables macroeconómicas, entre ellas el PBI, el desempleo y los hogares (Oks *et al.*, 2023). A partir de una MCS de la economía cordobesa actualizada para 2019, Campoy, Cardenete

y Delgado estudian el efecto de la pandemia sobre el turismo. Sus resultados indican que este sector, especialmente el turismo cultural, se encuentra entre los sectores más afectados durante la pandemia (Campoy et al., 2023). Castillo, López y López utilizan una MCS de la economía de Costa Rica para el año 2016 y estudian los efectos económicos, distributivos y ambientales de la eliminación de subsidios al pago de impuestos a los combustibles. Ellos encuentran que la eliminación de los subsidios a los combustibles tiende a elevar sustancialmente los costos de producción de la pesca, con un efecto rápido de difusión sobre el resto de la economía (Castillo *et al.*, 2023).

Esta breve revisión de literatura pone en evidencia la necesidad de formular una MCS actualizada para los años más recientes, pues la mayoría de las mostradas aquí (tanto MCS como MIP) son anteriores al año 2019; entonces, para que los resultados de las simulaciones sean más precisos, es necesario actualizar estas bases de datos, especialmente para el caso de la economía mexicana.

La investigación está organizada de la siguiente forma: la sección 1 presenta un esquema detallado de la economía nacional y su comportamiento en 2021 y 2022; la sección 2 introduce brevemente el concepto de MCS; la sección 3 presenta el Método de Entropía Cruzada (MEC) y los datos necesarios para realizar la actualización; la sección 4 presenta la nueva MCS de México para 2022; en la sección 5 se realiza en análisis estructural con la clasificación de sectores; después se proporcionan las conclusiones y, por último, se muestran las referencias bibliográficas.

## **1. La economía mexicana posterior a la pandemia de Covid-19**

A inicios de 2020 se desata una de las crisis sanitarias más importantes de los últimos años, provocando substanciales efectos negativos a nivel mundial. En México se registró una caída del PIB equivalente al -8.1%. Las actividades más afectadas fueron Minería (-13.2%), Construcción (-13.6%), Manufacturas (-4.5%) y Comercio (-4.7%). Posteriormente, para 2021 la economía presentó una leve recuperación, con un crecimiento de 4.8% (The World Bank, 2022). En este período, las actividades más beneficiadas han sido las del sector secundario con un crecimiento del 6.8%, seguido del terciario con 4.2% y las actividades primarias con un 2.6% (INEGI, 2022a). Lo anterior provocó un aumento en la demanda de bienes y servicios, y como consecuencia generó una fuerte inflación que para diciembre registró un aumento acumulado del 7.36%, como respuesta el Banco de México realizó varios ajustes a la tasa de interés,

pasando de 4.25% a 5.50% de enero a diciembre (Banco de México, 2022). Por otra parte, con lo que respecta a la relación con el exterior, las remesas presentaron un aumento sustancial del 27.6% provocado principalmente por la reactivación económica de Estados Unidos y su programa de estímulos fiscales, mientras que el nivel de exportaciones también aumentó en un 18.6% y un 32.04% para las importaciones (INEGI, 2022b).

En 2022 el panorama económico nacional nuevamente se vio afectado de forma negativa. Esto se refleja en el deterioro de las expectativas de crecimiento. Uno de los factores más importantes que ha generado esta caída en las estimaciones es el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania. Esto ha traído efectos negativos en todo el mundo, para México ha sido el aumento de la tasa de inflación, que para el segundo trimestre ya registra un incremento del 7.55%, afectando principalmente al precio de los hidrocarburos, del grano, fertilizantes y otros bienes y servicios de consumo básico (Serrano Jauregui, 2022; Carrillo y Mondragón, 2022). Como respuesta, el Banco de México ha incrementado constantemente su tasa de interés, llegando al 10% para noviembre del 2022, sin obtener resultados claros (Banco de México, 2022). También se han visto afectadas las cadenas de suministro de productos para la manufactura y han aumentado las tensiones con Estados Unidos por los diferentes posicionamientos que se están tomando respecto a la guerra.

Lo anterior pone en evidencia la necesidad de estimar cuál será la estructura económica nacional para 2022, a modo de ubicar aquellos sectores que han sido los más afectados, cuáles son claves para la recuperación económica y las posibles políticas que se pueden plantear para alcanzar un mayor crecimiento. En la presente investigación se realiza una MCS actualizada para 2022, misma que se podrá utilizar como herramienta de análisis estructural. A continuación, se presenta brevemente el concepto de MCS.

## **2. Definición y estructura de la Matriz de Contabilidad Social**

La Matriz de Contabilidad Social trata de corregir las limitaciones que presenta la matriz insumo-producto (MIP), ya que agrega todas las transacciones económicas de los distintos sectores de un país, mostrando de forma detallada la relación entre la producción, el consumo y la forma en que se distribuye el ingreso, adicionalmente permite simular el efecto de inyecciones exógenas de capital sobre la producción y en las cuentas institucionales (Cardenete y Sancho, 2003).

La MCS es una matriz cuadrada que representa el flujo de transacciones entre los diferentes sectores económicos, incluyendo actividades productivas, así como los diferentes sectores del gobierno; cada actividad se representa por una columna que registra los gastos y una fila que contiene a los ingresos, es posible dividir a la matriz en 4 sub matrices (García-Remigio *et al.*, 2020) (Tabla 1):

**Tabla 1.**  
**Matriz de contabilidad social agregada**

	Actividades Productivas	Factores Productivos	Sociedades	Hogares	Ahorro-Inversión	Gobierno	Resto del Mundo
Actividades Productivas	Matriz de consumo intermedio [1]	Matriz de demanda final [3]					
Factores Productivos	Matriz de factores primarios [2]	Matriz de cierre [4]					
Sociedades							
Hogares							
Ahorro-Inversión							
Gobierno							
Resto del Mundo							

Fuente: elaboración propia con base en García-Remigio *et al.* (2020)

- Matriz de consumo intermedio [1]: contiene los flujos monetarios producidos entre actividades productivas.
- Matriz de factores primarios [2]: muestra el gasto realizado por los sectores productivos respecto a los factores capital, trabajo, los impuestos y las importaciones.
- Matriz de demanda final [3]: contiene las cuentas que integran la demanda final, considerando a los hogares, la inversión (ahorro), la actividad gubernamental y los flujos al resto del mundo; las cuentas de capital y trabajo también se integran a la demanda final, pero sus saldos son 0.
- Matriz de cierre [4]: incluye la relación entre factores primarios y la demanda final, completando así el flujo circular de la economía y extendiendo el análisis insumo-producto.

Dentro de la MCS, cada fila  $i$  contiene el ingreso que recibe de la columna  $j$ , a su vez, cada columna muestra la distribución del gasto entre las diferentes filas. Con esto se obtiene la matriz de coeficientes técnicos ( $A$ ) expresada por  $a_{ij} = \frac{y_{ij}}{y_j}$  que refleja los gastos destinados a la cuenta  $i$  por cada unidad de ingresos de la cuenta  $j$ . Lo anterior permite obtener el

ingreso total  $Y_i$ , que la fila  $i$  recibe de la columna  $j$ , donde los términos  $m$  y  $k$  permiten diferenciar a las cuentas endógenas de las exógenas:

$$Y_i = \sum_{j=1}^n \left( \frac{Y_{ij}}{Y_j} \right) Y_j = \sum_{j=1}^m a_{ij} Y_j + \sum_{j=m+1}^{m+k} a_{ij} Y_j, \quad n = m + k \quad (1)$$

Se pueden mencionar brevemente algunas MCS calculadas recientemente como las de Argentina (Chisari *et al.*, 2020), España (Mainar-Causapé, 2019) e Indonesia (Pradesha *et al.*, 2020), así como diversos estudios donde se han implementado, por ejemplo, la evaluación de los impactos de Covid-19 en la economía de Myanmar (Diao *et al.*, 2020), el impacto macroeconómico de Covid-19 en Mozambique (Betho *et al.*, 2022) o la evaluación del impacto de un impuesto al turismo de Andalucía (Villegas *et al.*, 2022).

Para el caso de México, la matriz más reciente que se encuentra disponible es la de 2018, misma que se tomará como base para realizar la actualización mediante el Método de Entropía Cruzada (MEC). También se describe la información requerida para dicha actualización.

### 3. Método de entropía cruzada

La actualización de una MCS se puede expresar de la siguiente manera: sea  $A_n$  el conjunto de las matrices  $n \times n$  no negativas y sin filas o columnas nulas, considerando una matriz *a priori*  $A^0 \in A_n$ , un vector positivo de control  $\bar{X} \in R^n$  y sea  $d: A_n \times A_n \rightarrow R^+$  una función de pérdida. El problema de actualización consistirá en, dados  $A^0$  y  $\bar{X}$ , generar una matriz  $\hat{A}^1 \in A_n$  que minimice la entropía cruzada (la distancia entre la información inicial y la información estimada) (Cardenete y Sancho, 2006):

$$d(A^0, \hat{A}^1) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left( \hat{A}_{ij}^1 \cdot (\ln \hat{A}_{ij}^1 - \ln A_{ij}^0) \right) \quad (2)$$

Respetando siempre las condiciones de equilibrio de la matriz:

$$\sum_{j=1}^N \hat{A}_{ij}^1 = \bar{X}_i \quad \text{para todo } i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N \hat{A}_{ji}^1 = \bar{X}_j \quad \text{para todo } j \quad (4)$$

$$A_{ij}^0 = 0 \Rightarrow \hat{A}_{ij}^1 = 0 \quad (5)$$

Las condiciones (3) y (4) aseguran la congruencia presupuestaria de cada cuenta, mientras que la condición (5) mantiene la estructura de ceros de la matriz inicial, en las ecuaciones anteriores  $A_{ij}$  representa al término genérico de una matriz  $A$ , en consecuencia, la nueva matriz  $\hat{A}^1$  minimiza la variación dada la información inicial  $A^0$  y el vector de control  $\bar{X}$ ; de forma general, la información utilizada para la actualización de matrices a través de este método deberá incluir:

- Una MCS inicial (o matriz insumo-producto).
- Un cierto número de restricciones, por ejemplo, la sumatoria de filas y columnas de la nueva MCS.
- Si están a la disposición, los totales sobre agregados económicos como el PIB, su tasa de crecimiento, el gasto público, recaudaciones de impuestos, etcétera.

(Cardenete y Sancho, 2006)

El proceso de actualización de la MCS a precios corrientes se detalla a continuación. Primero se obtiene una desagregación de las recaudaciones impositivas y se ajustan las cifras intermedias a precios de adquisición, con esto se obtiene una matriz a priori  $A^0$ . Después de los ajustes, la matriz no respeta las restricciones presupuestarias de cada cuenta. El método de entropía cruzada busca la matriz  $\hat{A}^1$  que minimice la pérdida de información, pero respetando todas las restricciones de filas y columnas.

Para el desarrollo adecuado de la metodología es necesario el uso de una matriz base. Para eso se utilizó la MCS del año 2018 agregada en sus 19 sectores productivos, disponible en INEGI (INEGI, 2022c); como restricción se utilizó la suma de filas y columnas de cada una de las cuentas de la nueva MCS 2022<sup>1</sup>. Otro de los agregados macroeconómicos fue el monto del PIB anual promedio a precios corrientes para el año 2022, mismo que asciende a 23,524,390.18 millones de pesos; también se tomaron las tasas de crecimiento de 2019, 2020, 2021 y la esperada para

<sup>1</sup> Se tomó a la suma de filas de la MCS 2018 y se les aplicó una tasa de crecimiento para cada uno de los años posteriores, formando así los nuevos valores de la restricción.

2022<sup>2</sup> (tabla 2), toda esta información se encuentra disponible en el banco de datos del portal de INEGI (INEGI, 2022d)<sup>3</sup>.

**Tabla 2**  
**Tasas de crecimiento del PIB en México de 2019 a 2022**

Año	Tasa de crecimiento
2019	3.9487 %
2020	-4.4817%
2021	12.2257 %
2022	1.9000%*

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2022d)

\*Estimación propia con datos de INEGI

Esta metodología es la misma que siguen Cámara Sánchez *et al.* (2014), López y Cardenete (2015) y Campoy-Muñoz *et al.* (2015), entre otros. Además, Delgado y Fonseca realizan una actualización de la MCS de 2018 a partir de la MCS de 2012 por el método de entropía cruzada para investigar la sincronización intersectorial de la economía mexicana (Delgado López y Fonseca Zendejas, 2023).

#### 4. MCS para la economía mexicana en 2022

A partir del modelo descrito se obtuvo la Matriz de Contabilidad Social para el año 2022 (MCSMEX-2022), compuesta por 19 cuentas de actividades productivas y 9 cuentas de sectores institucionales (tabla 3):

**Tabla 3**  
**Estructura de cuentas de la MCS de México para 2022**

#	Cuenta	#	Cuenta
1	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	15	Servicios de salud y de asistencia social
2	Minería	16	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos

<sup>2</sup> Para mayor precisión, se tomaron los 12 decimales disponibles en la base de datos.

<sup>3</sup> La actualización se realizó con el programa GAMS. Originalmente la MCS de México se compone de varias cantidades negativas (particularmente en los impuestos), por esta razón, se tuvieron que transponer de filas a columnas a aquellas cantidades negativas, pasándolas con signo positivo y corroborando que no se perdiera la simetría de la matriz, una vez que se realizó la actualización, las cantidades regresaron a sus filas y columnas originales.

3	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	17	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
4	Construcción	18	Otros servicios excepto actividades gubernamentales
5	Resto de las manufacturas	19	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales
6	Comercio	20	Trabajo
7	Transportes, correos y almacenamiento	21	Capital
8	Información en medios masivos	22	Sociedades
9	Servicios financieros y de seguros	23	Hogares
10	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	24	Ahorro / Inversión
11	Servicios profesionales, científicos y técnicos	25	Gobierno
12	Corporativos	26	Impuestos indirectos
13	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	27	Impuestos directos
14	Servicios educativos	28	Resto del mundo (RDM)

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta la estructura agregada de la MCS para México en 2022, denotada en lo que sigue brevemente como MCSMEX-2022 (tabla 4). Es importante mencionar que, a partir de la estructura principal se pueden realizar diferentes desagregaciones, de acuerdo con los requerimientos o el tipo de investigación a realizar, por ejemplo: desagregación por deciles de renta de la población para mostrar los efectos de una política pública en materia de salud, educación o vivienda; desagregación por ramas de actividad productiva para analizar el efecto de un impuesto sobre la producción de bienes intermedios; desagregación de la estructura de la cuenta de trabajo para estudiar el efecto de un subsidio sobre el ingreso, entre otros.

**Tabla 4**  
**Matriz de Contabilidad Social de México para el año 2022 en millones de pesos a precios corrientes (MCSMEX-2022)**

	Actividades productivas	Trabajo	Capital	Sociedades	Hogares	Ahorro / Inversión	Gobierno	Resto del mundo	Total
Actividades productivas	3,501,120.7	-	-	-	17,626,567.6	3,289,170.7	2,384,726.0	7,238,742.5	34,040,327.5
Trabajo	7,359,262.9	-	-	-	-	-	-	498,095.9	7,857,358.8
Capital	20,076,710.9	-	-	-	-	-	-	-	20,076,710.9
Sociedades	-	-	17,968,452.3	-	-	-	-	-	17,968,452.3
Hogares	-	7,857,358.8	-	13,059,316.1	-	-	1,149,402.5	1,020,120.8	23,086,198.2
Ahorro / Inversión	-	-	-	2,957,203.4	1,747,194.6	-	915,079.1	725,751.6	6,345,228.8
Gobierno	-127,342.5	-	2,108,258.6	1,066,447.0	1,924,555.0	52,684.6	2,916,344.1	-	7,940,946.7
Resto del mundo	3,230,575.4	-	-	885,485.8	1,787,881.1	3,003,373.5	575,395.0	-	9,482,710.8
Total	34,040,327.5	7,857,358.8	20,076,710.9	17,968,452.3	23,086,198.2	6,345,228.8	7,940,946.7	9,482,710.8	

Fuente: elaboración propia en GAMS Studio

## 5. Análisis estructural a partir de la clasificación de sectores

Una de las grandes ventajas de la matriz de contabilidad social es su capacidad para mostrar de forma detallada el grado de integración económica de un país. Es decir, las relaciones intersectoriales entre las actividades, así como la capacidad de arrastre de los sectores productivos ante inyecciones exógenas de capital y su efecto sobre el resto de la economía, por ejemplo: gastos por mejora de infraestructura; implementación de programas sociales, educativos o de salud; aumentos o disminuciones de impuestos o subsidios al consumo (o la producción); planes de crecimiento en materia industrial; entre otras.

En este contexto, la estructura de la MCS permite visualizar los ingresos producidos por cada cuenta endógena cuando se genera una inyección de capital desde las cuentas exógenas. La interpretación anterior junto a un proceso de normalización permite obtener los *Backward Linkages* ( $BL_j$ ), que definen los efectos de difusión hacia atrás. Estos encadenamientos muestran cuáles son las principales actividades para destinar flujos de renta, pues generan un importante crecimiento del ingreso nacional gracias a su mayor capacidad de expansión (Cardenete y López, 2015)<sup>4</sup>.

$$BL_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_j b_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n a_j b_{ij}} \quad (6)$$

Por otra parte, los *Forward Linkages* ( $FL_i$ ) expresan los efectos de un flujo de renta de las cuentas exógenas sobre las endógenas, indicando el nivel de ingresos que absorben estas últimas. Este efecto identifica a los sectores que producen insumos, mismos que son consumidos por otros, y se obtiene con el mismo procedimiento de los  $BL_j$ , pero tomando como base al modelo de precios de Ghosh (1958) que calcula la variación que experimentaría la cuenta  $i$  por un cambio en la cantidad de insumos de la cuenta  $j$  (Cardenete y López, 2015):

$$FL_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \delta_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n a_j \delta_{ij}} \quad (7)$$

---

<sup>4</sup> Para la descripción y obtención detallada de las ecuaciones  $BL$  y  $FL$  véase en Cardenete y López (2015).

La combinación de estos valores (dependiendo de si son mayores o menores a 1) para cada sector permite clasificarlos dentro de los siguientes grupos (tabla 5):

**Tabla 5**  
**Clasificación de sectores a partir de los FL y BL<sup>5</sup>**

	$BL < 1$	$BL > 1$
$FL < 1$	Independiente	Impulsor
$FL > 1$	Estratégico	Clave

Fuente: elaboración propia con base en Beltrán *et al.*, (2016)

- *Sectores estratégicos*: presentan una demanda de insumos de otros sectores menor a la media, destinando la mayoría de su producción al uso intermedio de otros sectores.
- *Sectores clave*: son altos consumidores de insumos intermedios como respuesta a aumentos en la demanda y su producción es fuertemente demandada como insumos intermedios para el resto de las actividades.
- *Sectores impulsores*: su producción no es fuertemente demandada como insumos de otros sectores, pero son grandes demandantes de insumos intermedios.
- *Sectores independientes*: son aquellos sectores que no están fuertemente relacionados con el resto de la economía local, ni en compra de insumos ni en venta de bienes intermedios.

Posteriormente, a partir de la MCSMEX-2022, se realizó un análisis estructural y se obtuvo la clasificación de actividades productivas.<sup>6</sup> Partiendo del análisis estructural, los resultados muestran que la cuenta de Manufacturas (cuenta 5) se clasifica como una actividad “estratégica”; es decir, no demanda gran cantidad de insumos locales, pero su producción es fuertemente demandada, ya sea como insumos intermedios o como productos finales.

Este resultado puede ser relacionado con el efecto generado por la reciente crisis sanitaria y el desabasto de insumos intermedios de la

<sup>5</sup> La normalización se realiza dividiendo el valor de cada actividad entre el promedio de todas las actividades, de acuerdo con el procedimiento del modelo de precios de Ghosh (1958) esta normalización vectorial es utilizada para crear precios cuya suma o módulo sea la unidad.

<sup>6</sup> Los resultados se obtuvieron con el programa SimSipSAM, una interfaz de MATLAB que trabaja en hojas de cálculo de Excel.

industria. De acuerdo con datos de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (EAIM), su producción se redujo en un -4.8% (INEGI, 2022e). Eso en conjunto con la inflación y pérdida de empleos del último año que han causado una disminución en la demanda y por consecuencia se ha mantenido el estancamiento de su nivel de producción.

**Tabla 6**  
**Clasificación de los sectores productivos de la MCSMEX-2022**

Cuenta	Sectores Productivos	Tipo	BL>1	FL>1
5	Manufacturas	Estratégico	0.872	1.765
6	Comercio	Impulsor	1.01	0.92
7	Transportes, correos y almacenamiento	Impulsor	1.039	0.526
9	Servicios financieros y de seguros	Impulsor	1.01	0.408
13	Servicios de apoyo a los negocios, manejo de desechos y servicios de remediación	Impulsor	1.091	0.364
17	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	Impulsor	1.023	0.305
11	Servicios profesionales, científicos y técnicos	Impulsor	1.05	0.283
3	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	Impulsor	1.005	0.267
18	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	Impulsor	1.018	0.264
12	Corporativos	Impulsor	1.047	0.197
15	Servicios de salud y de asistencia social	Impulsor	1.073	0.179
16	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	Impulsor	1.034	0.171
14	Servicios educativos	Impulsor	1.141	0.169
19	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	Impulsor	1.129	0.145
2	Minería	Impulsor	1	0.159
9	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	Independiente	0.995	0.643
4	Construcción	Independiente	0.988	0.189
1	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	Independiente	0.981	0.299
8	Información en medios masivos	Independiente	0.951	0.287

Fuente: elaboración propia

Los datos también plantean un posible cambio estructural en la economía mexicana de los últimos 10 años sobre sus actividades productivas, específicamente sobre el Comercio (cuenta 6) y los Servicios inmobiliarios (cuenta 9) mismos que, de acuerdo con la metodología de MCS, se clasifican como “impulsor” e “independiente” respectivamente, mientras que en 2012 ambos se clasificaban como sectores “clave” (Beltrán *et al.*, 2017). En el caso del Comercio, se plantea la hipótesis de que la mínima disminución en su demanda provocó fuertes recortes en la compra de insumos locales al resto de la economía; mientras que los Servicios inmobiliarios se vieron afectados por el cierre de actividades de la

industria, pues ya no era requerido el uso de espacios de almacenamiento, oficinas y otros servicios que provee este sector.

Otras actividades que también se vieron afectadas son la Agricultura (cuenta 1) y la cuenta de Información en medios masivos (cuenta 8), pasando de “impulsores” a “independientes” (García-Remigio *et al.*, 2020). Vale la pena hacer énfasis en la Agricultura, pues se puede observar que su demanda de insumos locales disminuyó drásticamente, efecto que también fue provocado por el estancamiento de diferentes canales de abastecimiento. La importancia de esta cuenta radica en que generalmente los deciles más bajos de renta se desarrollan dentro de este sector, entonces, el deterioro de las actividades agrícolas puede influir directamente en un aumento en los niveles de pobreza, pues de acuerdo con datos del CONEVAL (2022), en el último año la línea de pobreza aumentó en un 13.9% en el ámbito rural y 12.8% en el urbano, siendo los deciles más bajos los más afectados.

Por último, la Minería (cuenta 2) es la única actividad que se ha integrado de forma positiva a la economía local, pues en 2012 se encontraba clasificada como “independiente” (Beltrán *et al.*, 2017) y para 2022 ha pasado a ser una actividad “impulsora”. La posible respuesta radica en que, en los últimos años el sector minero mexicano se ha convertido en uno de los principales destinos de las inversiones extranjeras (principalmente la inversión en exploración), tan sólo en 2021 la inversión en este sector aumentó un 36.1% respecto al año anterior. Eso se traduce en la compra de maquinaria, aumento en la plantilla laboral de su industria y una mayor relación con el resto de las actividades locales, principalmente con el sector metalúrgico y energético, actualmente la Minería aporta el 2.05% del PIB nacional (Secretaría de Economía, 2022).

## Conclusiones

A partir del método de entropía cruzada se estimó una matriz de contabilidad social de la economía mexicana para 2022. La nueva matriz plantea una aproximación a la estructura económica actual, pues trata de reflejar el comportamiento que han seguido las actividades productivas en años recientes.

Los resultados de la clasificación de sectores permitieron visualizar una variación en la estructura económica durante los últimos 10 años. A través de una comparación con la matriz del año 2012 se pudo observar que, mientras algunas actividades como la Minería han presentado una mayor

integración a la economía local y mejores aportaciones al PIB nacional, otras actividades, principalmente el Comercio, la Agricultura y las Manufacturas has sufrido cambios negativos.

Estos últimos resultados se pueden relacionar con los acontecimientos de años recientes, principalmente la crisis sanitaria por Covid-19 iniciada en 2020. Esta crisis desestabilizó los canales de suministro de distintas actividades; el cierre de fábricas y clústeres de producción provocó la escasez de bienes intermedios necesarios para los procesos manufactureros; posteriormente la misma escasez provocó un aumento en el nivel de precios que se tradujo en una inflación acelerada. Otros eventos, como la guerra entre Rusia y Ucrania, también han traído efectos negativos para la economía, principalmente en los mercados de hidrocarburos, provocando un aumento en el precio de los combustibles. Como respuesta, el gobierno ha tratado de contener estos aumentos de precios con aumentos constantes en la tasa de interés, se espera que para enero de 2023 esta se encuentre arriba del 10%.

El panorama actual exige que el gobierno tome las medidas necesarias para afrontar este escenario y buscar una senda de crecimiento económico estable. Hasta la fecha su principal herramienta ha sido la tasa de interés; sin embargo, se debe cuestionar hasta qué punto se puede utilizar esa herramienta de forma eficiente, pues los aumentos de forma constante podrían frenar la recuperación económica y sentar las bases para una recesión. En este panorama también se torna recomendable dejar atrás las “políticas de austeridad” del gobierno, pues lo que realmente se necesita es incentivar la recuperación económica a través de inyecciones exógenas de capital en las principales actividades que aquí se han mostrado como ejes de crecimiento económico.

Una de las principales limitaciones de esta investigación fue el acceso a la información, pues varios de los indicadores económicos no se encontraban disponibles para el año 2022, por lo tanto, se tuvieron que estimar aproximaciones para poder completar la información y así poder actualizar la MCS.

Por último, es importante resaltar la nueva matriz de contabilidad social de 2022 como el hallazgo más importante, ya que a partir de esta base de datos se puede plantear una numerosa cantidad de estudios (como el que aquí se presenta) y simulaciones a través de distintos escenarios respecto a políticas públicas que busquen la recuperación económica del país.

## Referencias

- [1] Banco de México (2021). *Efectos de la Pandemia de COVID-19 sobre el Turismo y sus Implicaciones en la Actividad Económica Regional*. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/reportes-sobre-las-economias-regionales/retablas/%7BD4778592-D181-F82B-DF53-958D1E9A32D6%7D.pdf>
- [2] Banco de México (2022). *Tasas de Interés en el Mercado de Dinero - (CF101): Tasa Objetivo*. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarTabla&idTabla=CF101&sector=18&locale=es>
- [3] Banco Mundial (2023). *Crecimiento del PIB (% anual) - México, Brasil, Chile, Argentina*. Disponible en: [https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2022&locations=MX-BR-CL-AR&name\\_desc=false&start=2017&view=chart](https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2022&locations=MX-BR-CL-AR&name_desc=false&start=2017&view=chart)
- [4] Beltrán Jaimes, L. D., Cardenete Flores, M. A., Delgado López, M. D. C., y Núñez Rodríguez, G. (2016). Análisis estructural de la economía mexicana para el año 2008. *Ensayos. Revista de economía*, 35(1), 1-38. Disponible en: <http://ensayos.uanl.mx/index.php/ensayos/article/view/1-38/12>
- [5] Beltrán Jaimes, L. D., Delgado López, M. C. y Ríos Bolívar, H. (2017). Análisis multisectorial y de cambio estructural de la economía mexicana para el período 2003-2012. *Revista de Estudios Regionales*, (110), 69-97. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/755/75555464003.pdf>
- [6] Betho, R., Chelengo, M., Jones, S., Keller, M., Mussagy, I. H., van Seventer, D., & Tarp, F. (2022). The Macroeconomic Impact of Covid-19 In Mozambique: A social accounting matrix approach. *Journal of International Development*, 34(4), 823-860. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/jid.3601>
- [7] Cámara Sánchez, Á., Cardenete Flores, M. A. y Monrobel Alcántara, J. R. (2014). Matrices de Contabilidad Social y Modelos de Equilibrio General Aplicado elaborados en España a nivel regional. *Estudios de Economía Aplicada*, 32 (1), 427-454. ISSN: 1133-3197. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30129510020>
- [8] Campoy-Muñoz, P., Cardenete Flores, M. A. y Delgado López, M. C. (2015). Análisis estructural a través de matrices de contabilidad social: una aplicación a la economía andaluza para el período 2005-2010. *Perspectiva Socioeconómica*, 1(1), 7-28. Disponible en: [http://www.macardenete.com/wp-content/uploads/Campoy-Cardenete-Delgado\\_Perspectiva.pdf](http://www.macardenete.com/wp-content/uploads/Campoy-Cardenete-Delgado_Perspectiva.pdf)
- [9] Campoy-Muñoz, P., Cardenete, M. A., Delgado, M. D. C., & Arjona-Fuentes, J. M. (2023). The economic impact of COVID-19 on cultural tourism: the case of Mosque-Cathedral of Cordoba, Spain. *Current Issues in Tourism*, 26(19), 3085-3090. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13683500.2022.2108772>

- [10] Cardenete Flores, M. A. y López Álvarez, J. M. (2015). Análisis de sectores clave a través de Matrices de Contabilidad Social: El caso de Andalucía. *Estudios de economía aplicada*, 33(1), 203-222. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/301/30133775010.pdf>
- [11] Cardenete Flores, M. A., y Sancho, F. (2003). Evaluación de multiplicadores contables en el marco de una matriz de contabilidad social regional. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, (2), 121-139. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28900206>
- [12] Cardenete, M. A., & Sancho, F. (2006). Elaboración de una matriz de contabilidad social a través del método de entropía cruzada: España 1995. *Estadística Española*, 48(161), 67-100. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/78542996.pdf>
- [13] Carrillo, N. V., y Mondragón, M. D. (2022). Consecuencias para México del enfrentamiento bélico: Ucrania-Rusia. *Economía Informa*. Disponible en: <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/433/01Nitziapdf>
- [14] Castillo Cerdas, F., López Morales, C. A., & López Tamayo, D. (2023). Efectos económicos, distributivos y ambientales de la eliminación de las exoneraciones del pago del impuesto único a los combustibles. *Documentos de trabajo*. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5950c52-6cd7-40bb-a74b-2cf0de9f2e9b/content>
- [15] Chisari, O. O., Mercatante, J. I., Ramos, M. P., y Romero, C. A. (2020). Estimación y calibración de una matriz de contabilidad social para la economía argentina de 2017. *Serie Documentos de Trabajo del IIEP*, 54, 1-39. Disponible en: <https://iiep-baires.econ.uba.ar/publicacion/522>
- [16] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2022). *Líneas de Pobreza por Ingresos: Emergencia sanitaria de la COVID-19*. Disponible en: [https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Lineas\\_de\\_Pobrez\\_a\\_por\\_Ingresos/Lineas\\_de\\_Pobreza\\_por\\_Ingresos\\_COVID\\_feb\\_2022.pdf](https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Lineas_de_Pobrez_a_por_Ingresos/Lineas_de_Pobreza_por_Ingresos_COVID_feb_2022.pdf)
- [17] Dávila-Flores, A., & Valdés-Ibarra, M. (2020). Costos económicos del cierre de las actividades “no esenciales” por la pandemia Covid-19. Análisis multisectorial y regional con modelos SAM. *Economía: teoría y práctica*, (SPE5), 15-43. Disponible en: <https://economiatyp.uam.mx/index.php/ETYP/article/view/568/638>
- [18] Delgado López, M. C., & Fonseca-Zendejas, A. S. (2023). Analysis of the intersectoral synchronization of the Mexican economy. *Structural Change and Economic Dynamics*, 64, 225-235. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.12.013>
- [19] Diao, X., Aung, N., Lwin, W. Y., Zone, P. P., Nyunt, K. M., & Thurlow, J. (2020). *Assessing the impacts of COVID-19 on Myanmar's economy: A Social Accounting Matrix (SAM) multiplier approach (Vol. 1)*. Intl Food Policy Res Inst.
- [20] Fuentes Flores, N. A., Gaytán Alfaro, E. D., & Brugués Rodríguez, A. (2022). Estructura de precios en México: una desagregación sectorial de impactos proveniente de la contracción económica por la COVID-19.

*Revista De Economía, Facultad De Economía, Universidad Autónoma De Yucatán*, 39(99). <https://doi.org/10.33937/reveco.2022.273>

- [21] García-Remigio, C. M., Cardenete, M. A., Campoy-Muñoz, P., & Venegas-Martínez, F. (2020). Valoración del impacto de la industria automotriz en la economía mexicana: una aproximación mediante matrices de contabilidad social. *El Trimestre Económico*, 87(346), 437-461. <https://doi.org/10.20430/ete.v87i346.852>
- [22] Ghosh, A. (1958). Input-output approach in an allocation system. *Economica*, 25(97), 58-64. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2550694>
- [23] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022a). *Producto Interno Bruto: Cuarto Trimestre de 2021*. COMUNICADO DE PRENSA. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/pib\\_pconst/pib\\_pconst2022\\_02.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/pib_pconst/pib_pconst2022_02.pdf)
- [24] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022b). *Información oportuna sobre la balanza comercial de mercancías de México - julio de 2022*. COMUNICADO DE PRENSA. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/balcom\\_o/balcom\\_o2022\\_08.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/balcom_o/balcom_o2022_08.pdf)
- [25] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022c). *Matrices de Contabilidad Social de México*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/investigacion/mcsm/#Tabulados>
- [26] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022d). *Producto Interno Bruto Trimestral: por actividad económica*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#Tabulados>
- [27] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022e). *Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (EAIM). Serie 2013*. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=EAIM\\_EAIM\\_1\\_93aadb55-1349-427c-b3f1-96dc04bff1c9](https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=EAIM_EAIM_1_93aadb55-1349-427c-b3f1-96dc04bff1c9)
- [28] López Álvarez, J. M. y Cardenete Flores, M. A. (2015). Estructura económica de Andalucía a partir de análisis FES y Matrices de Contabilidad Social. *Estadística Española*, 57(188), 227-259. Disponible en: [http://www.macardenete.com/wp-content/uploads/art\\_188\\_2.pdf](http://www.macardenete.com/wp-content/uploads/art_188_2.pdf)
- [29] Mainar-Causapé, A. J. (2019). Análisis de los sectores de Bioeconomía a través de matrices de contabilidad social específicas (BioSAMs): el caso de España. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, (45), 273-282. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/289/28962049008/28962049008.pdf>
- [30] Oks, D., Chisari, O., & Vila Martínez, J. P. (2023). Pandemia Covid-19: Impacto económico y políticas anticíclicas. Simulaciones basadas en un modelo de equilibrio general computado de Argentina. *Revista de análisis económico*, 38(1), 101-135. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rae/v38n1/0718-8870-rae-38-01-101.pdf>

- [31] Pradesha, A., Amaliah, S., Noegroho, A., & Thurlow, J. (2020). *The cost of COVID-19 on the Indonesian economy: A Social Accounting Matrix (SAM) multiplier approach*. Intl Food Policy Res Inst.
- [32] Secretaría de Economía (2020). *Minería*. Disponible en: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria>
- [33] Serrano Jauregui, I. (2022). *Guerra entre Rusia y Ucrania dispara la inflación en México y aumenta precios de la canasta básica*. Universidad de Guadalajara. Disponible en: <https://www.udg.mx/es/noticia/guerra-entre-rusia-y-ucrania-dispara-la-inflacion-en-mexico-y-aumenta-precios-de-la-canasta>
- [34] The World Bank (2022). *GDP growth (annual %) – Mexico*. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=MX>
- [35] Villegas Martos, P., Delgado López, M. C., & Cardenete Flores, M. A. (2022). The economic impact of a tourist tax in Andalusia examined through a price effect model. *Applied Economics Letters*, 1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13504851.2022.2128167>

*Ensayos Revista de Economía* de la Universidad Autónoma de Nuevo León, volumen cuarenta y tres, número uno, se terminó de imprimir el primero de enero del año dos mil veinticuatro 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.

**E**NSAYOS  
*Revista de Economía*