

**Un estudio del impacto de la COVID-19 en la industria automotriz:  
el caso de México**

Daniela Mendoza-Álvarez y Carolina Carbajal-De-Nova

**Un análisis de cointegración de la actividad económica de  
Aguascalientes: 1981-2021**

Silvia Raquel De Anda Martínez y Francisco de Jesús Corona Villavicencio

**Pérdida y desperdicio de alimentos en el estado de Hidalgo,  
México, 2021**

Aníbal Terrones Cordero, Juan Roberto Vargas Sánchez y Zeus Salvador  
Hernández Veleros

**Competitividad de las entidades federativas mexicanas en  
el siglo XXI**

Kurt Unger Rubín

**Análisis de la descomposición estructural de la matriz  
insumo-producto multiestatal de México 2013: efectos  
intrar regionales, de desbordamiento y de retroalimentación**

Víctor Hugo Hernández García, Mario Alberto Mendoza Sánchez  
y José Valentín Solís y Arias

## Contenido

<b>Un estudio del impacto de la COVID-19 en la industria automotriz: el caso de México</b> <i>A Study of the Impact of COVID-19 on the Automotive Industry: the Case of Mexico</i> Daniela Mendoza-Álvarez y Carolina Carbajal-De-Nova	4
<b>Un análisis de cointegración de la actividad económica de Aguascalientes: 1981-2021</b> <i>A Cointegration Analysis of the Aguascalientes Economic Activity: 1981-2021</i> Sílvia Raquel De Anda Martínez y Francisco de Jesús Corona Villavicencio	24
<b>Pérdida y desperdicio de alimentos en el estado de Hidalgo, México, 2021</b> <i>Food Loss and Waste in the State of Hidalgo, Mexico, 2021</i> Aníbal Terrones Cordero, Juan Roberto Vargas Sánchez y Zeus Salvador Hernández Veleros	36
<b>Competitividad de las entidades federativas mexicanas en el siglo XXI</b> <i>Competitiveness of Mexican States in the 21st Century</i> Kurt Unger Rubín	48
<b>Análisis de la descomposición estructural de la matriz insumo-producto multiestatal de México 2013: efectos intrarregionales, de desbordamiento y de retroalimentación</b> <i>Analysis of the Structural Decomposition of Mexico's Multistate Input-Output Matrix 2013: Intraregional, Interregional, and Feedback Effects</i> Víctor Hugo Hernández García, Mario Alberto Mendoza Sánchez y José Valentín Solís y Arias	64
<b>Colaboran en este número</b>	82

# INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

## Presidencia del Instituto

Graciela Márquez Colín

## Vicepresidencias

Paloma Merodio Gómez

Adrián Franco Barrios

Mauricio Márquez Corona

José Arturo Blancas Espejo

## Direcciones generales de:

### Estadísticas Sociodemográficas

Mauricio Rodríguez Abreu

### Estadísticas de Gobierno, Seguridad Pública y Justicia

Dwight Daniel Dyer Leal

### Estadísticas Económicas

Susana Pérez Cadena

### Geografía y Medio Ambiente

Luis Gerardo Esparza Ríos

### Integración, Análisis e Investigación

Rosa Isabel Islas Arredondo

### Coordinación del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica

Silvia Elena Meza Martínez

### Comunicación, Servicio Público de Información y Relaciones Institucionales

Julieta Alejandra Brambila Ramírez

### Administración

Ricardo Miranda Burgos

## Contraloría Interna

Manuel Rodríguez Murillo

## REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

### Editor responsable

Gerardo Leyva Parra

### Coordinación editorial

Virginia Abrín Batule y Mercedes Pedrosa Islas

### Corrección de estilo

José Pablo Covarrubias Ordiales

### Corrección de textos en inglés

Gerardo Hazael Piña Méndez

### Diseño y formación

Eduardo Javier Ramírez Espino

### Edición para internet

Ana Victoria Flores Flores y José Andrés Ortiz Domínguez

Indizada en: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Latindex Catálogo 2.0, Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades (CLASE) y Bibliografía Latinoamericana en Revistas de Investigación Científica y Social (BIBLAT).

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, Vol. 15, Núm. 1, enero-abril, 2024, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276, Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México. Teléfono 55 52781069. Toda correspondencia deberá dirigirse al correo: rde@inegi.org.mx

Editor responsable: Gerardo Leyva Parra. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Núm. 04-2014-101310563200-203, e-ISSN Núm. 2395-8537, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Domicilio de la publicación: Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276, Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México.

El contenido de los artículos, así como sus títulos y, en su caso, fotografías y gráficos utilizados son responsabilidad del autor, lo cual no refleja necesariamente el criterio editorial institucional.

Asimismo, la Revista se reserva el derecho de modificar los títulos de los artículos, previo acuerdo con los autores. La mención de empresas o productos específicos en las páginas de la Revista no implica el respaldo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Se permite la reproducción total o parcial del material incluido en la Revista, sujeto a citar la fuente.

Página electrónica: <http://rde.inegi.org.mx>.

# CONSEJO EDITORIAL

Mtra. Claudia Aburto Rancaño  
Instituto Tecnológico Autónomo de México  
México

Dr. Clemente Ruiz Durán  
Universidad Nacional Autónoma de México  
México

Dr. Emilio Cunjamá López  
Instituto Nacional de Ciencias Penales  
México

Dr. Fernando Cortés Cáceres  
Profesor emérito de FLACSO PUED de la UNAM  
México

Dra. Graciela Teruel Belismelis  
Universidad Iberoamericana  
Ciudad de México  
México

Dra. Landy Sánchez Peña  
El Colegio de México  
México

Dra. Martha María Téllez Rojo Solís  
Instituto Nacional de Salud Pública  
México

Dr. Víctor Manuel Guerrero Guzmán  
Instituto Tecnológico Autónomo de México  
México



Esta obra está bajo la *Creative Commons Atribución 4.0 Internacional License*.

### Offline Work

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

## Editorial

Comenzamos este 2024 de REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA con los siguientes artículos, cuyo contenido se resume brevemente.

*Un estudio del impacto de la COVID-19 en la industria automotriz: el caso de México (A Study of the Impact of COVID-19 on the Automotive Industry: the Case of Mexico).* Por ser una de las actividades económicas más importantes, la contingencia sanitaria le provocó un cambio estructural. Para probar esto, en este trabajo se evaluaron los autos vendidos antes y después de su aparición mediante la implementación de pruebas econométricas. Las regresiones estimadas muestran una afectación por su presencia y el efecto en la disminución de comercialización de unidades vehiculares. Se determinó paramétricamente que la enfermedad delineó uno de los periodos más difíciles en el comercio de automóviles en el país, aunado al comportamiento del consumidor que, al parecer, decidió destinar su ingreso a gastos relacionados con los riesgos asociados al contagio, donde hubo escasez de insumos en las olas de esta pandemia por la disrupción de las cadenas globales de valor, en vez de bienes duraderos, como vehículos automotores.

*Un análisis de cointegración de la actividad económica de Aguascalientes: 1981-2021 (A Cointegration Analysis of the Aguascalientes Economic Activity: 1981-2021).* Este trabajo tuvo como objetivo estudiar las relaciones dinámicas entre los sectores primario, secundario y terciario de la entidad. Los resultados indican que están cointegrados y, al normalizar para las actividades industriales, estas se enlazan positivamente tanto con las primarias como con los servicios, siendo estos últimos los más importantes en la relación existente. Se concluye que los tres comparten interacciones de largo plazo, lo cual implica que incentivar el crecimiento de alguno de estos tiende a incrementar también el del resto.

*Pérdida y desperdicio de alimentos en el estado de Hidalgo, México, 2021 (Food Loss and Waste in the State of Hidalgo, Mexico, 2021).* En el marco de la Agenda 2030, el gobierno del país decidió llevar a cabo acciones para reducirlos a la mitad a nivel nacional con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria y mejorar las condiciones de vida de los productores agrícolas. El objetivo

de esta investigación fue estimar la problemática en 14 unidades agrícolas (productoras de granos y hortalizas) y 45 establecimientos (tiendas de autoservicio, restaurantes, misceláneas, minisúper, carnicerías) en esa entidad federativa mediante el diseño y aplicación de cuestionarios en el marco de la Encuesta sobre Residuos Alimenticios y Materia Orgánica (ERAMO) durante el 2021 con información del 2020 utilizando la plataforma *Survey Solution*.

*Competitividad de las entidades federativas mexicanas en el siglo XXI (Competitiveness of Mexican States in the 21st Century).* A partir del análisis de la capacidad de producción y suministro de los 32 estados del país para el 2018, se eligieron 72 actividades económicas que representaban 98.6 % del total nacional. La estimación tomó como base la productividad laboral y los salarios. El resultado más destacado es que los dos grupos de entidades categorizados, competitivo y no competitivo, se mantuvieron. En el primero seguían siendo los mismos estados para sumar 13 con una estructura económica más productiva y diversificada, y lo principal es que no hubo un proceso amplio de convergencia en el tiempo.

*Análisis de la descomposición estructural de la matriz insumo-producto multiestatal de México 2013: efectos intrarregionales, de desbordamiento y de retroalimentación (Analysis of the Structural Decomposition of Mexico's Multistate Input-Output Matrix 2013: Intraregional, Interregional, and Feedback Effects).* Para ello, en este trabajo se utilizó la técnica de descomposición aditiva de Stone (1985) para proponer una generalización del procedimiento que permite considerar matrices con más de dos regiones. Los resultados se presentan para siete, e indican que los efectos interregionales sobre el volumen de producción bruta varían en función del tamaño económico de las zonas estudiadas. Se enfatiza que las interdependencias regionales son importantes según el nivel de desarrollo de las áreas geográficas delimitadas.

<https://rde.inegi.org.mx>.

# Un estudio del impacto de la COVID-19 en la industria automotriz: **el caso de México**

A Study of the Impact of COVID-19  
on the Automotive Industry:  
**the Case of Mexico**

Daniela Mendoza-Álvarez y Carolina Carbajal-De-Nova\*



Fábrica de automóviles de soldadura montaje línea /Chalfiff.

\* Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I), [daniela.94ma@gmail.com](mailto:daniela.94ma@gmail.com) y [enova@xanum.uam.mx](mailto:enova@xanum.uam.mx), respectivamente.

La industria automotriz ha sido uno de los sectores más importantes para la economía mexicana durante las últimas décadas. La contingencia sanitaria le provocó un cambio estructural. Para probar esta hipótesis, se evalúan las unidades vendidas de autos antes y después de la aparición de la COVID-19 mediante la implementación de las pruebas econométricas de Chow y de Wald. Se utilizan datos mensuales de las unidades de vehículos vendidas, tipo de cambio nominal peso/dólar americano y defunciones causadas por COVID-19 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Banco de México y sitio oficial COVID-19 México de la Dirección General de Epidemiología-Gobierno Federal para el periodo de enero del 2017 a mayo del 2021. No se han encontrado estudios econométricos previos que evalúen el cambio estructural que supone la COVID-19 sobre la venta de vehículos en México ni en la literatura especializada se han hallado modelos que determinen si el incluir la enfermedad en la modelación resulta en una mejor especificación.

**Palabras clave:** industria automotriz; tipo de cambio nominal; COVID-19; venta de vehículos.

**Recibido:** 14 de marzo de 2023.

**Aceptado:** 12 de mayo de 2023.

## 1. Introducción

Los objetivos de este documento son evaluar el impacto de la COVID-19 en la venta de vehículos ligeros en México y si existe un cambio estructural en esta actividad comercial tomando como fecha de inflexión la vinculada con la aparición de la pandemia.

El impacto de la COVID-19 sobre la economía nacional ha sido significativo. La magnitud y las características de este pueden identificarse en dos etapas: la primera tuvo lugar a fines del primer trimestre del 2020 derivado del cierre de las fronteras de varias naciones, el transporte público masivo y la correspondiente cancelación de vuelos a nivel mundial (BBC, 2020a), lo cual representó un choque negativo en aquellas entidades y regiones de México orientadas al turismo (Quintana Roo y Baja California Sur, por ejemplo), así como el inicio del confinamiento en países asiáticos y europeos, que

The automotive industry has been one of the most important sectors for the Mexican economy in recent decades. The sanitary contingency caused a structural change. To test this hypothesis, we evaluate the units sold of automobiles before and after the appearance of COVID-19 by implementing the Chow and Wald econometric tests. Monthly data on vehicle units sold, nominal peso/US dollar exchange rate and deaths caused by COVID-19 from the National Institute of Statistics and Geography, Bank of Mexico and official site COVID-19 Mexico of the General Directorate of Epidemiology-Federal Government for the period January 2017 to May 2021 are used. No previous econometric studies have been found that evaluate the structural change implied by COVID-19 on vehicle sales in Mexico, nor have any models been found in the specialized literature that determine whether including the disease in the modeling results in a better specification.

**Key words:** automotive industry; nominal exchange rate; COVID-19; vehicle sales.

fue causa de interrupciones importantes en los procesos productivos asociados con las cadenas globales de valor en diversas actividades económicas; y la segunda fue cuando la economía en el país se desaceleró significativamente: se vivió la suspensión de todas aquellas actividades consideradas como no esenciales y la adopción de medidas de distanciamiento social y confinamiento parcial (Bejarano *et al.*, 2021), con lo que familias y empresas perdieron ingresos y trabajos.

En el caso de México, la tasa de desempleo subió a 4.4 % en el primer trimestre del 2021 frente a 3.4 % del mismo periodo del 2020 (Linares, 2021 y 2022). En el 2020, la economía mexicana se contrajo 8.4 % anual (respecto al 2019). De acuerdo con *México, ¿cómo vamos?* (2022), esta contracción constituyó la peor caída del Producto Interno Bruto (PIB) para 1980-2021 (en los últimos 41 años), la cual se calculó con datos del Instituto Nacional de Estadística y

Geografía (INEGI). Posterior a todo esto, decisiones de política pública e intervenciones gubernamentales empezaron a paliar los choques adversos de la pandemia. Ello se logra a través de varias avenidas, como mayores gastos en el sector salud y adquisición de vacunas (Smith *et al.*, 2019).

Con respecto a la industria automotriz, el número de vehículos vendidos disminuyó durante estas dos etapas (Expansión, 2021). En abril del 2020, registró el número más bajo de ventas en su historial con solo 34 903 unidades, de acuerdo con el INEGI (2021) y la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA). Estos niveles estuvieron 64.48 % por debajo de los alcanzados en el mismo mes del año anterior.

La pandemia ocasionada por la COVID-19 prolongó el declive que ya venía experimentando esta industria. El sector ha venido arrastrando una desaceleración desde abril del 2017 al caer las unidades vendidas de 123 260 a 104 852 (Rodríguez, 2021). Aunque, a diferencia de otros años, tuvo algunos meses de crecimiento, como en diciembre del 2019. En el 2020, todos los registros reportaron

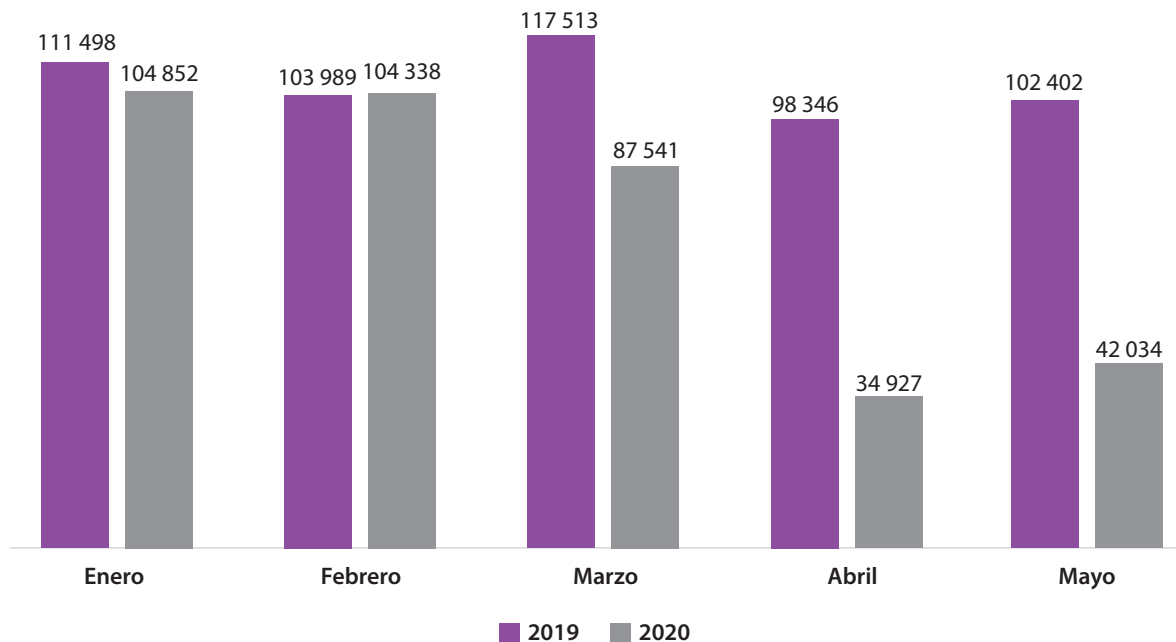
números negativos. Los fabricantes cerraron el año con ventas acumuladas por 949 353 unidades, 28 % menos que en el 2019, año en el que se registraron 1.3 millones de automóviles vendidos.

Este desplome asociado a la COVID-19 ha sido mayor que el correspondiente al de la crisis económica del 2009 (Freije *et al.*, 2011). También, es el más grande desde la debacle devaluatoria de diciembre de 1994, cuando el mercado disminuyó 61.8 % con respecto al año previo, según cifras de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). Los concesionarios cerrados, las fábricas detenidas, el tiempo de adaptación de las marcas a ventas digitales y los estragos en los bolsillos de los consumidores fueron unas de las principales causas de la baja en la venta de vehículos (García, 2021).

En la gráfica 1 se comparan las ventas de vehículos en los primeros cinco meses del 2020 y 2019. Estas reflejan que en mayo del 2020 se observó una venta de 40.1 % comparada con enero de ese mismo año, siendo abril el de mayor afectación con un decremento de 66.7 % versus enero del 2020.

Gráfica 1

### Evolución en las ventas de automóviles. Unidades, 2019-2020, mensual



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI.

La venta de vehículos ligeros (gasolina y diésel) por mes se registra por medio de la AMDA, según la clasificación vehicular del modelo MOBILE6-México. Esta serie temporal se identifica en este trabajo como *vv*.

El tipo de cambio nominal peso/dólar americano se obtiene del sistema de información económica del Banco de México. Este indicador es un promedio de cotizaciones del mercado de cambios al mayorero para operaciones liquidables y se estima de plataformas de transacción cambiaria y otros medios electrónicos, con representatividad en este. La serie temporal se denomina en esta investigación como *tc*.

Este documento se encuentra organizado como sigue: en la sección 2 se muestran los datos; la 3 está destinada a la metodología; en la 4 se reportan los resultados; y, finalmente, se presenta la conclusión.

## 2. Datos

### 2.1. Estadísticas descriptivas

Las estadísticas reportadas a continuación son la media, mediana, desviación estándar y curtosis para las series temporales *vv*, número de defunciones causadas por la COVID-19 y el tipo de cambio nominal peso/dólar americano.

En el cuadro 1 se observa que la *vv* mantuvo una media de 106 551 autos vendidos mensualmente para el periodo 2017-2021. COVID-19 se refiere al número de defunciones mensuales causadas por dicha enfermedad, y tiene una media de 15 686 para 2020-2021. El tipo de cambio nominal peso/dólar americano presentó un valor medio de 19.77 para 2017-2021. El valor de la mediana de la serie *vv* es de 109 265; el de la COVID-19, de 16 132; y el del *tc*, de 19.27, para cada uno de los periodos, respectivamente. La desviación estándar de la serie *vv* muestra un valor de 23 342; el correspondiente para la COVID-19, de 9 812; y el de la *tc*, de 1.40. Por último, la curtosis para la serie de *vv* tuvo un valor de 4.27 (el de la distribución normal es de 3), lo cual indica que su distribución es leptocúrtica durante el periodo analizado y que existe una gran concentración de los valores en torno a su media;<sup>1</sup> la COVID-19 arrojó una de 3.23 y la del *tc* fue de 4.31, por lo que también son leptocúrticas.

### 2.2. Análisis gráfico de las series temporales

A continuación, se muestran gráficas de las generadas con datos mensuales desde enero del 2017 a mayo del 2021. Estas ayudan a visualizar la evolución

<sup>1</sup> Leptocúrtica es una forma de describir una elevada distribución de los datos alrededor de los valores centrales de la variable. Contrario a la normal, una leptocúrtica es más apuntada y con colas asintóticas al eje de las abscisas.

Cuadro 1

#### Resumen de estadísticas descriptivas. Periodos selectos: 2017-2021 para *vv* y *tc* 2020-2021 para COVID-19. Observaciones mensuales

	Media de la variable (desviación estándar)	Mediana de la variable (curtosis)
<i>vv</i>	106 551 (23 342)	109 265 (4.27)
COVID-19	15 686 (9 812)	16 132 (3.23)
<i>tc</i>	19.77 (1.40)	19.27 (4.31)

**Nota:** la media es el valor promedio de un conjunto de datos; la desviación estándar mide la dispersión de una distribución de datos (si los datos están muy dispersos mayor será su desviación estándar); la mediana es el valor medio cuando un conjunto de datos se ordena de menor a mayor; y la curtosis analiza el grado de concentración que presentan los valores alrededor de la zona central de la distribución.

**Fuente:** elaboración propia con base en datos del INEGI, Banco de México y Stata/MP 16.0; las unidades de *vv*, COVID-19 y *tc* se reportan en el cuadro A1 del Apéndice.



en el tiempo de las series reportadas en el cuadro 1. En la gráfica 2 se puede observar que la mayor afectación en la venta de vehículos ligeros ocurre junto con la aparición de la COVID-19. En marzo del 2020 se vendieron 87 541, mientras que en mayo del mismo año fueron 42 034. El registro del indicador correspondiente contempla la información de 23 empresas afiliadas a la AMIA, Giant Motors Latinoamérica y Autos Orientales Picacho. En mayo del 2020 se comercializaron 373 692 unidades en el mercado interno.

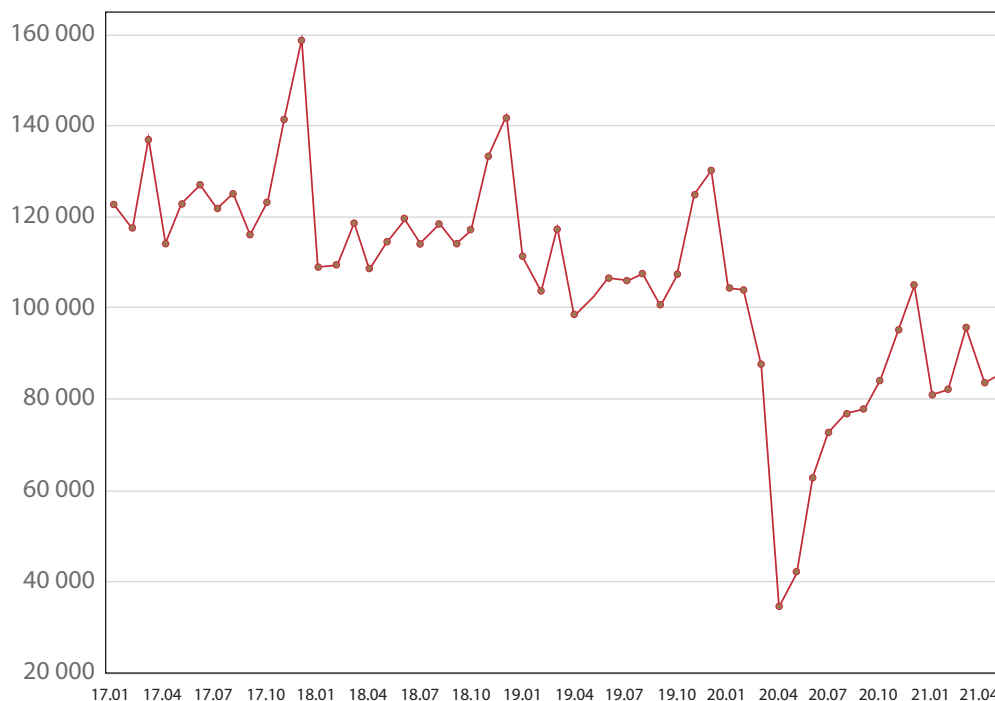
De acuerdo con la segunda edición de la Encuesta sobre el Impacto Económico Generado por COVID-19 en las Empresas (ECOVIED-IE),<sup>2</sup> en el 2020 se estima que 86.6 % de 1 873 564 empresas en el país tuvieron alguna afectación por causa de la pandemia. La disminución de ingresos fue la principal, que reportó 79.2 % de estas para el periodo de agosto a diciembre. La presencia de la COVID-19 planteó escenarios pesimistas, pues se consideró

que en los próximos meses los ingresos disminuirían tomando como referencia a agosto del 2020 (INEGI, 2021). Desde el arribo de la pandemia a finales del 2019 y principios del 2020, el desabasto mundial de chips no solo ha afectado al sector automotor, sino que también sus efectos se han extendido a las industrias electrónica, aeroespacial, de electrodomésticos y farmacéutica. Este déficit no se ha podido eliminar a la fecha (abril del 2023), ya que las cadenas de producción y distribución no se han restablecido al nivel prepandemia. Además, el desabasto se ha visto exacerbado por la continua intervención de los estados en las condiciones de comercio de los chips buscando monopolizar tecnologías y participaciones en el mercado (Rajagopalan, 2023; Coffin *et al.*, 2022; Ramani *et al.*, 2022). Para diciembre del 2020, las ventas de automóviles se recuperaron con 105 135 unidades, de su mínimo histórico de 34 927 en abril de ese año. Esto tal vez se explique por las intervenciones del Estado destinadas a reactivar la economía (Mendoza-Velázquez y Rendón-Rojas, 2021).

<sup>2</sup> Programa estadístico del INEGI.

Gráfica 2

### Venta de vehículos ligeros comercializados. Unidades, 2017-2021, mensual



**Nota:** el 2017, primer mes, está representado por 17.01 y el 2021, cuarto mes, por 21.04.

**Fuente:** elaboración propia con base en datos del INEGI.

En la gráfica 3 es posible observar las cotizaciones promedio del mes del *tc*. El tipo de cambio nominal es la valoración de una divisa frente a otra en los mercados financieros. Se puede apreciar que este se vio afectado o modificado ante la llegada de la COVID-19. En enero del 2020, su cotización era de 18.84 y en abril del mismo año fue de 24.26. Antes de la pandemia, *i.e.* abril del 2019, este *tc* se ubicaba en 18.98.

En la gráfica 4 se presenta el número de defunciones ocasionadas por la COVID-19 desde marzo del 2020 a mayo del 2021. En la gran mayoría de países, la fase 3 de la pandemia entró en vigor el 21 de abril de 2020, donde se intensificaron algunas medidas sanitarias, como extender hasta el 30 de mayo el confinamiento voluntario de la población; también se suspendieron todas las actividades laborales no esenciales y se mantuvo la supresión de actividades en espacios públicos, como parques, plazas comerciales, playas o centros deportivos y religiosos (BBC, 2020b). Se puede apreciar que la cantidad de falle-

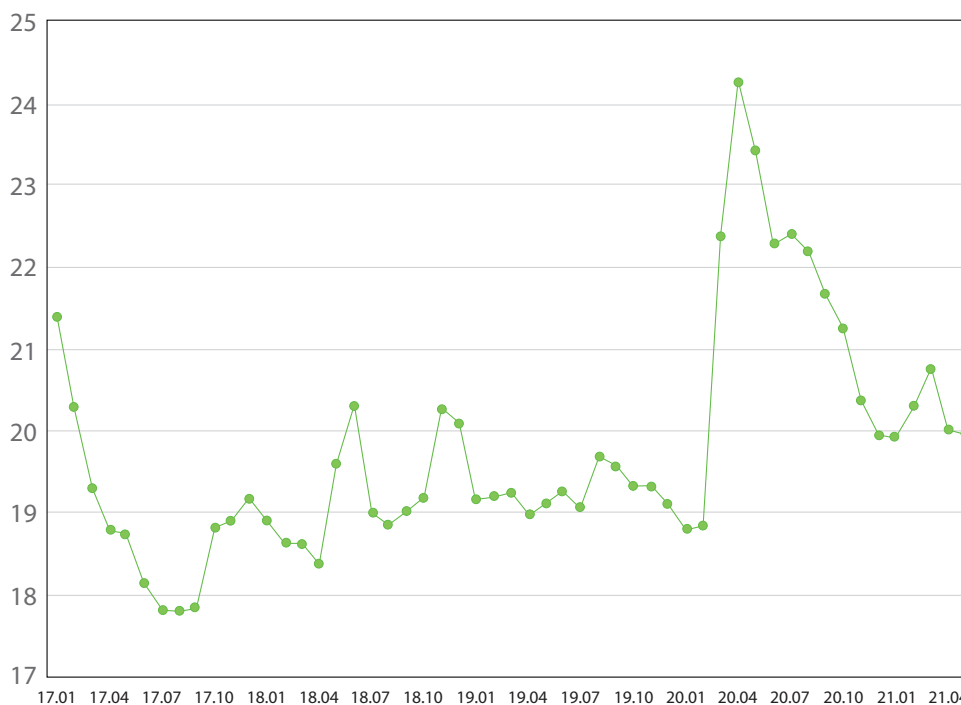
cimientos tuvo un incremento importante en mayo del 2020: de un valor en abril de 4 617 a 16 132.

La velocidad de los contagios vinculados a la COVID-19 era distinta en diferentes partes del país. En las grandes ciudades, por ejemplo, había más casos que en áreas rurales o con poblaciones con densidades medias.<sup>3</sup> En la gráfica se puede observar crestas en el número de defunciones mensuales. El primer valor máximo se encuentra en septiembre del 2020 con una cantidad de 23 732. El segundo pico de muertes durante el periodo mostrado se ubica en enero del 2021. Una de las consecuencias del alto contagio por COVID-19 fue

<sup>3</sup> La densidad demográfica se considera como el número medio o promedio de habitantes por unidad de superficie, que resulta de dividir la totalidad de una población entre la extensión territorial que esta ocupa, dando así una medida de habitantes por kilómetro cuadrado (hab./km<sup>2</sup>). De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, la densidad poblacional se refiere al promedio de habitantes que viven en un área determinada, teniendo profundos impactos sociales, económicos y ambientales constituyéndose así en un indicador que mide el número de personas que en promedio habitan un km<sup>2</sup> del territorio nacional ([https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores\\_verdes21/indicadores/01\\_contexto/1.1.3.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_verdes21/indicadores/01_contexto/1.1.3.html)).

Gráfica 3

### Tipo de cambio nominal peso/dólar americano, 2017-2021, mensual



**Nota:** el 2017, primer mes, está representado por 17.01 y el 2021, cuarto mes, por 21.04.

**Fuente:** elaboración propia con base en datos del Banco de México.

el cambio en el comportamiento del consumidor, ya que al parecer decidió destinar el dinero en productos para la salud más que en bienes duraderos, como automóviles.

Lo anteriormente dicho es a juzgar de la caída en la venta de vehículos ligeros a principios del 2020, como se muestra en la gráfica 2, donde se observa una baja en el mercado interno. Con respecto a este fenómeno relacionado con la disminución de la comercialización en el exterior, el cual representó 80 % de las ventas totales de la industria mexicana automotriz, también se aprecia un desplome importante, como mencionan Aguilar-García y Lira-Moctezuma (2020), quienes señalan que, en febrero del 2020, el número de unidades de automóviles exportados fue de 266 035, mientras que en mayo solo se vendieron 15 088. Las anteriores cifras implican una caída de 94.33 % en el número de unidades exportadas de automóviles para el lapso mencionado (ver gráfica 4).<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Se restan a 266 035 los 15 088 y a este resultado se divide entre 266 035 para obtener la tasa de decrecimiento en la exportación de automóviles para los dos puntos del tiempo mencionados.

### 3. Metodología

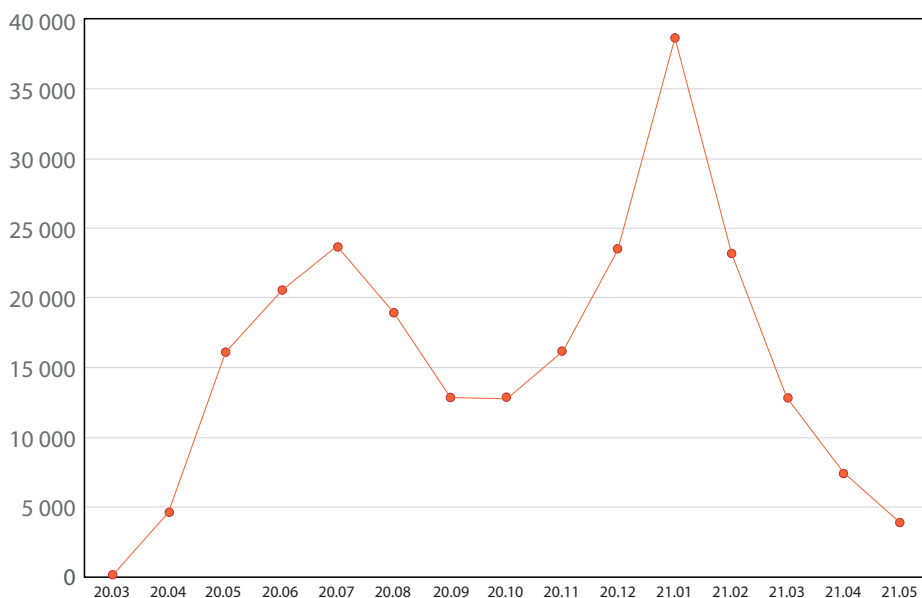
El análisis descriptivo de la sección anterior es ilustrativo de la situación de las unidades vendidas de vehículos, la evolución del  $tc$  y la COVID-19. Sin embargo, resulta útil realizar uno de regresión simple o múltiple para determinar si hubo un cambio estructural en la venta asociada a la pandemia. Además, se estudiarán los efectos en las unidades comercializadas dadas las fluctuaciones del tipo de cambio nominal peso/dólar americano.

#### 3.1. Prueba de Chow

En un modelo de regresión econométrico que utiliza series temporales tal vez exista una modificación en sus pendientes ante cambios estructurales, los cuales se pueden presentar ante nuevos eventos históricos o económicos. Esta prueba sirve para determinar de manera paramétrica si hay un cambio estructural. Básicamente, establece si hay una diferencia estadísticamente significativa en las pendientes del modelo de regresión antes y des-

Gráfica 4

#### Defunciones nacionales vinculadas a la COVID-19. Personas, 2020-2021, mensual



**Nota:** el 2020, tercer mes, está representado por 20.03 y el 2021, quinto mes, por 21.05.

**Fuente:** elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2022).

pués de una fecha seleccionada por el investigador. Si existe, se puede decir que hubo un cambio estructural en la actividad económica evaluada.

El estallido de la pandemia se dio en marzo del 2020. Fue a partir de esa fecha que empezaron los registros de los indicadores relacionados con la COVID-19. Se investigará si la enfermedad pudo haber generado un cambio en las ventas de vehículos. La contingencia sanitaria, seguramente, debió de haber perturbado la relación entre la  $vv$  y el  $tc$ . Entonces, estos se relacionan. Se busca determinar si esta relación cambió o no de enero del 2017 a mayo del 2021 (53 meses). Para aplicar la prueba de Chow, se divide la muestra en dos lapsos: enero del 2017 a febrero del 2020 (38 meses) y marzo del 2020 a mayo del 2021 (15 meses); es decir, un periodo antes y uno después de la aparición de la COVID-19 en el escenario mundial. A continuación, se detallan las ecuaciones de la prueba de cambio estructural (Chow, 1960):

$$\text{Primer subperiodo, } t_1 \quad vv_t = \lambda_1 + \lambda_2 tc_t + u_{1t} \\ n_1 = 38 \quad (3.1)$$

$$\text{Segundo subperiodo, } t_2 \quad vv_t = \gamma_1 + \gamma_2 tc_t + u_{2t} \\ n_2 = 15 \quad (3.2)$$

$$\text{Periodo completo, } t \quad vv_t = \alpha_1 + \alpha_2 tc_t + u_t \\ n = (n_1 + n_2) = 53 \quad (3.3)$$

donde  $vv_t$  es la venta de vehículos;  $\lambda_1, \gamma_1, \alpha_1$  son las constantes para los periodos 1, 2 y completo, respectivamente;  $\lambda_2, \gamma_2, \alpha_2$  son las pendientes;  $tc_t$  es la variable independiente tipo de cambio;  $u_{1t}, u_{2t}, u_t$  son los términos de error, que se consideran independiente e idénticamente distribuidos (*i.i.d.*);  $n$  es el número de observaciones; y el subíndice  $t$  indica la serie temporal. Los nombres en minúsculas de las series temporales representan las primeras diferencias de los logaritmos.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Las primeras diferencias de los logaritmos permiten leer directamente los coeficientes de los estimadores como elasticidades.

La regresión (3.3) supone que no hay diferencia entre los dos periodos; es decir, que no hay cambio estructural entre la venta de vehículos y el tipo de cambio para la totalidad del lapso estudiado. Supone que el intercepto y el coeficiente de la pendiente permanecen constantes durante todo el periodo. Si esto sucede, se puede decir que no hay cambio estructural:  $\alpha_1 = \lambda_1 = \gamma_1$  y  $\alpha_2 = \lambda_2 = \gamma_2$ .

Una suposición en la prueba de Chow es que los estimadores de la ecuación (3.1) del primer subperiodo son distintos a los de la (3.2) del segundo subperiodo. Se sospecha que los términos de error en las regresiones de los subperiodos están normalmente distribuidos, con una misma varianza e independientemente distribuidos:  $u_{1t} \sim N(0, \sigma^2)$  y  $u_{2t} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Cinco pasos conforman la prueba de Chow:

- Se estima la regresión (3.3), que resulta apropiada si no hay inestabilidad en los parámetros, y se obtiene la suma al cuadrado de los residuos  $SCR_3$  o  $SCR_R$  suma al cuadrado de los residuos restringidos con grados de libertad  $g.l. = (n_1 + n_2 - k)$ , donde  $k$  es el número de parámetros estimados. Se impone las restricciones:  $\lambda_1 = \gamma_1$  y  $\lambda_2 = \gamma_2$ ; es decir, las regresiones de los dos subperiodos no son diferentes.
- Se estima (3.1) y se obtiene la suma de residuos al cuadrado,  $SCR_1$ , con  $g.l. = (n_1 - k)$ .
- Se estima (3.2) y se obtiene la suma de residuos al cuadrado,  $SCR_2$ , con  $g.l. = (n_2 - k)$ .
- Se suma  $SCR_1 + SCR_2 = SCR_{NR}$  para obtener la suma de cuadrados residual no restringida.
- Se calcula la estadística  $F$  de Fisher  $F_{cal} =$

$$\frac{(SCR_R - SCR_{NR}) / k}{(SCR_{NR}) / (n_1 + n_2 - 2k)} \sim F_{tablas [k, (n_1 + n_2 - 2k)]}$$

Las hipótesis nula y alternativa se plantean a continuación:  $H_0: F_{cal} \not> F_{tablas}$  implica que no hay cambio estructural y  $H_a: F_{cal} > F_{tablas}$ , que hay. La prueba de Chow ayuda a determinar si existe un cambio en la estructura del número de vehículos vendidos y el tipo de cambio nominal peso/dólar americano vinculada con la fecha en la que se presentó por primera vez la COVID-19. Este es un

análisis de regresión simple. Sin embargo, no establece directamente si el cambio, si es que lo hay, es ocasionado por la enfermedad. Un estudio de regresión múltiple es adecuado para incluir una serie temporal de la COVID-19 junto con el  $tc$  y medir sus efectos directos en la  $vv$ .<sup>6</sup>

### 3.2. Prueba de Wald

Para determinar cuál es la mejor especificación en la venta de vehículos, si el análisis de regresión múltiple o simple, se utiliza esta prueba. Por la disponibilidad de datos de la enfermedad, se implementará solo para el segundo subperiodo, y ayudará a decidir si la especificación del modelo incluyendo la COVID-19 mejora o no la modelación del número de unidades vendidas de automóviles. Otros investigadores han pronosticado el comportamiento en la  $vv$  en México en escenarios simulados sin COVID-19 y luego lo comparan con los números reales de venta (Ramírez *et al.*, 2021):

$$\begin{aligned} \text{Modelo no restringido} \quad & vv_t = \delta_{1NR} tc_t + \delta_{2NR} COVID-19_t + u_{NR} \quad n_2 = 14 \\ & (3.4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modelo restringido} \quad & vv_t = \delta_{1R} tc_t + u_R \quad n_2 = 14 \\ & (3.5) \end{aligned}$$

donde  $vv_t$  es el número de unidades vendidas de automóviles;  $tc_t$ , el tipo de cambio nominal peso/dólar americano;  $COVID-19_t$ , el número de defunciones causadas por la enfermedad en México; y  $u_{NR}$ , el término de error del modelo no restringido;  $\delta_{1NR}$ , el estimador del tipo de cambio para el modelo no restringido;  $\delta_{2NR}$ , el estimador de la COVID-19 para el modelo no restringido;  $\delta_{1R}$ , el estimador del tipo de cambio para el modelo restringido; y  $u_R$ , el término de error del modelo restringido. La ecuación (3.5) equivale a la (3.2), con la salvedad de que la (3.5) se calculará sin intercepto. Lo anterior se debe a que el intercepto en la ecuación

(3.5) no fue significativo. Por esta razón, (3.4) y (3.5) no cuentan con uno. Las letras minúsculas designan las primeras diferencias de los logaritmos.

La prueba de Wald tiene tres pasos:

1. Estimar (3.4) y obtener suma de residuos al cuadrado del modelo no restringido,  $SCR_{NR}$ .
2. Estimar (3.5) y obtener suma de residuos al cuadrado del modelo restringido,  $SCR_R$ , con  $g.l.=r$ , donde  $r$  es igual al número de restricciones.
3. Se calcula la prueba de Wald, como se expresa a continuación:  $Wald_{calculado} = \frac{SCR_R - SCR_{NR}}{\frac{SCR_{NR}}{n}} \sim \chi^2_{tablas}$ . El Wald calculado se distribuye como una  $\chi^2$ . La hipótesis nula y alternativa son:  $H_0: Wald_{calculado} \leq \chi^2_{tablas}$  a 99 % de significancia estadística implica que la especificación del modelo incluyendo la COVID-19 no explica la venta de vehículos y  $H_a: Wald_{calculado} > \chi^2_{tablas}$  a 99 % de significancia estadística la explica.

### 3.3. Importancia y funcionalidad de las pruebas de Chow y Wald

La estadística inferencista se basa en la aceptación o rechazo de la hipótesis nula. La importancia de la aplicada en este documento a través de las dos pruebas consiste en que se puede inferir el significado de los comportamientos desplegados de la muestra como si fueran poblaciones; es decir, las conclusiones que se puedan derivar son estadísticamente significativas a 99 por ciento. Lo anterior permite enunciar comportamientos observados en la muestra con validez estadística. En la siguiente sección se mostrará que la prueba de Chow puede enunciar que la conducta de la venta de unidades automotrices en efecto sufre un cambio estructural asociado con la llegada de la pandemia. La de Wald permite discriminar entre distintas especificaciones econométricas del comportamiento  $vv$  encontrando que el mejor modelo para su determinación es aquel que contiene a la COVID-19.

<sup>6</sup> Una regresión múltiple permite controlar de manera explícita muchos otros factores que afectan en forma simultánea a la variable dependiente (Wooldridge, 2010).

## 4. Resultados

### 4.1. Pruebas de cointegración de Johansen

Antes de llevar a cabo las regresiones arriba indicadas, primero se debe verificar la existencia de una relación verdadera en el largo plazo entre las variables del modelo. Para llevar a cabo esta acción, se utilizan las pruebas de cointegración, las cuales se presentan para el periodo completo (cuadro 2) y para el segundo subperiodo incluyendo la COVID-19 (cuadro 3).

En el cuadro 2 se puede observar que existen al menos cuatro ecuaciones cointegrantes entre la *vv* y el *tc*. En el cuadro 3 se reporta que hay al menos

cuatro entre venta de vehículos, tipo de cambio nominal peso/dólar americano y COVID-19. Estos resultados señalan que las estimaciones de las ecuaciones (3.1), (3.2), (3.3), (3.4) y (3.5) no son espurias.

### 4.2. Pruebas de causalidad apareadas de Granger

Los resultados reportados en el cuadro 4 indican con una certeza de 99 % que el tipo de cambio nominal peso/dólar americano condiciona la venta de vehículos. Es correcto que la variable independiente sea el *tc* y que la *vv* sea la dependiente. La hipótesis de que la COVID-19 no impacta, en el sentido de Granger, a la venta de vehículos y viceversa no es concluyente.

Cuadro 2

#### Resultados de las pruebas de cointegración de Johansen, venta de vehículos y tipo de cambio nominal peso/dólar americano, enero del 2017-mayo del 2021, observaciones mensuales

Especificación de la ecuación cointegrante	Número de ecuaciones cointegrantes	Valor Eigen	Estadístico de traza	Valor crítico al 0.05	Probabilidad <i>p</i>
<b>Sin tendencia determinista en los datos</b>					
1. Sin tendencia y sin intercepto.	Ninguna	0.10	5.91	12.32	0.44
2. Intercepto y sin tendencia.	Ninguna*	0.37	29.87	20.26	0.00
<b>Con tendencia determinista</b>					
3. Intercepto y sin tendencia.	Ninguna*	0.37	29.69	15.49	0.00
4. Intercepto y tendencia.	Ninguna*	0.39	38.09	25.87	0.00
<b>Con tendencia cuadrática determinista</b>					
5. Intercepto y tendencia.	Ninguna*	0.39	38.07	18.39	0.00
<i>n</i>	51				

**Nota:** la prueba de la traza indica una ecuación cointegrante al nivel del 0.05; \* significa rechazo de la hipótesis nula de no cointegración al nivel del 0.05; MacKinnon-Haug-Michelis valores de *p*; *n* es el número de observaciones en la muestra; los intervalos en los rezagos se seleccionan automáticamente conforme al tamaño de la muestra.

**Fuente:** estimación propia con base en E-Views 12 y MacKinnon, Haug, y Michelis (1999).

Cuadro 3

Continúa

#### Resultados de las pruebas de cointegración de Johansen, venta de vehículos, tipo de cambio y COVID-19, marzo del 2020 a mayo del 2021, observaciones mensuales

Especificación de la ecuación cointegrante	Número de ecuaciones cointegrantes	Valor Eigen	Estadístico de traza	Valor crítico al 0.05	Probabilidad <i>p</i>
<b>Sin tendencia determinista en los datos</b>					
1. Sin tendencia y sin intercepto.	Ninguna*	0.77	30.03	24.27	0.00

### Resultados de las pruebas de cointegración de Johansen, venta de vehículos, tipo de cambio y COVID-19, marzo del 2020 a mayo del 2021, observaciones mensuales

Especificación de la ecuación cointegrante	Número de ecuaciones cointegrantes	Valor Eigen	Estadístico de traza	Valor crítico al 0.05	Probabilidad <i>p</i>
2. Intercepto y sin tendencia.	Ninguna	0.77	35.00	35.19	0.05
<b>Con tendencia determinista</b>					
3. Intercepto y sin tendencia.	Ninguna*	0.77	34.36	29.79	0.01
4. Intercepto y tendencia.	Ninguna*	0.93	65.67	42.91	0.00
<b>Con tendencia cuadrática determinista</b>					
5. Intercepto y tendencia.	Ninguna*	0.92	56.31	35.01	0.00
<i>n</i>	15				

**Nota:** la prueba de la traza indica una ecuación cointegrante al nivel del 0.05; \* significa rechazo de la hipótesis nula de no cointegración al nivel del 0.05; MacKinnon-Haug-Michelis valores de *p*; *n* es el número de observaciones en la muestra; los intervalos en los rezagos se seleccionan automáticamente conforme al tamaño de la muestra.

**Fuente:** estimación propia con base en E-Views 12 y MacKinnon, Haug, y Michelis (1999).

## Cuadro 4

### Resultados de las pruebas de causalidad apareadas de Granger, enero del 2017 a mayo del 2021, y COVID-19, marzo del 2020 a mayo del 2021, observaciones mensuales

Hipótesis nula	<i>n</i>	Estadística <i>F</i> de Fisher	Probabilidad
<i>tc</i> no causa en el sentido de Granger a <i>vv</i>	51	5.24	0.00
<i>vv</i> no causa en el sentido de Granger a <i>tc</i>	51	3.80	0.02
COVID-19 no causa en el sentido de Granger a <i>vv</i>	14	1.96	0.19
<i>vv</i> no causa en el sentido de Granger a COVID-19	14	0.81	0.47
COVID-19 no causa en el sentido de Granger a <i>tc</i>	14	0.00	0.99
<i>tc</i> no causa en el sentido de Granger a COVID-19	14	0.18	0.83

**Nota:** el número de rezagos es 1; *n* representa el número de observaciones en la muestra.

**Fuente:** estimación propia con base en E-Views 12.

#### 4.3. Pruebas de raíz unitaria aumentada de Dickey-Fuller

Estas pruebas ayudan a determinar el grado de integración de las series temporales. El polinomio característico de ellas se encuentra dentro del círculo unitario. Los resultados se presentan en el cuadro 5.

El orden de integración para la venta de vehículos, el tipo de cambio nominal y COVID-19 es 1. Por lo tanto, las ecuaciones descritas en la sección 3 deben contar con las primeras diferencias de las series temporales.

#### 4.4. Estimación

Para determinar cuál variable puede representar a la COVID-19, se analizaron dos series temporales. La primera de ellas es el número de personas contagiadas mensualmente, denominada aquí *contagios*, y la segunda, el de las *defunciones* causadas por la enfermedad.

En el cuadro A2 del *Apéndice* se presentan los resultados de estimar la ecuación (3.4) utilizando *contagios* y *defunciones*. Los mejores estadísticos corresponden a la regresión que emplea la serie temporal de las *defunciones*, *i.e.*, la suma de los

Cuadro 5

**Resultados de las pruebas de raíz unitaria aumentada de Dickey-Fuller, venta de vehículos y tipo de cambio nominal peso/dólar americano, enero del 2017 a mayo del 2021, y COVID-19, marzo del 2020 a mayo del 2021**

Variable	Orden de integración	Rezago	<i>t</i> de Student	Probabilidad	Opciones
<i>vv</i>	1	1	-7.00	0.00	A
			-6.93	0.00	B
			-7.03	0.00	C
<i>tc</i>	1	4	-6.42	0.00	A
			-6.33	0.00	B
			-6.48	0.00	C
COVID-19	1	3	-4.20	0.00	A
			-4.44	0.00	B
			-2.63	0.01	C

**Nota:** A es constante; B, tendencia y constante; C, ninguno; las variables entraron a la prueba en niveles.

**Fuente:** estimación propia con base en E-Views 12.

residuos al cuadrado es 0.35 versus 0.42 del obtenido con *contagios*. Además, los criterios de información Akaike y Schwarz señalan a *defunciones* como la variable a representar la COVID-19. Por lo anterior, la considerada como COVID-19 en los cuadros 1-5 es *defunciones*.

En el cuadro 6 se muestran los resultados correspondientes a la estimación de la prueba de Chow; es decir, de la implementación del modelo econométrico expresado en las ecuaciones (3.1), (3.2) y (3.3). Al tomar logaritmos y primeras diferencias, la media de las series temporales se con-

vierte en 0. En consecuencia, no es necesario el uso de la constante (además, esta no es significativa). Para el periodo completo, la ecuación (3.3), se tiene que  $a_2 = -1.19$ , lo cual significa que por 1 % de cambio en el *tc*, la venta de vehículos variará en -1.19 %; para el primer subperiodo, (3.1), el estimador del tipo de cambio nominal peso/dólar americano es de  $\lambda_2 = -1.50$ , y ello significa que por 1 % de cambio en el *tc*, la *vv* variará en -1.50 %; para el segundo subperiodo, (3.2), el estimador del *tc* es  $\gamma_2 = -6.40$ , lo cual indica que por 1 % de cambio en *tc*, la venta de vehículos variará en -6.40 por ciento.

Cuadro 6

Continúa

**Resultados de la estimación de las ecuaciones (3.1), (3.2), (3.3). Observaciones mensuales, primeras diferencias de los logaritmos. Periodos selectos**

Variable independiente (error estándar)	Variable dependiente <i>vv</i>		
	Primer subperiodo 2017.01-2020.02 (3.1)	Segundo subperiodo 2020.03-2021.05 (3.2)	Periodo completo 2017.01-2021.05 (3.3)
<i>tc</i>	1.50 (2.33)*	-6.40 (-3.87)**	-1.19 (-1.82)*
Criterio de información Akaike	-1.58	-0.24	-0.59



### Resultados de la estimación de las ecuaciones (3.1), (3.2), (3.3). Observaciones mensuales, primeras diferencias de los logaritmos. Periodos selectos

Variable independiente (error estándar)	Variable dependiente <i>vv</i>		
	Primer subperiodo 2017.01-2020.02 (3.1)	Segundo subperiodo 2020.03-2021.05 (3.2)	Periodo completo 2017.01-2021.05 (3.3)
Criterio de información Schwarz	-1.53	-0.19	-0.55
Suma de los residuos al cuadrado	0.42	0.55	1.61
<i>n</i>	37	15	52

Nota: \*\*: significativo a 95 %; \*: significativo a 90 %; *n* es el número de observaciones.

Fuente: estimación propia con base en Stata 16.

#### 4.5. Análisis gráfico de las regresiones en el cuadro 6

El ajuste lineal logrado con los mínimos cuadrados ordinarios para la nube de datos del *tc*, en el eje de las abscisas, y *vv*, en el de las ordenadas, para cada uno de los subperiodos y el periodo completo se presentan en la gráfica 5.

En la gráfica 5 se puede observar el periodo completo. Debido a la COVID-19, la venta de vehículos presenta una pendiente negativa en todo el periodo con respecto al tipo de cambio nominal peso/dólar americano. La inferencia sobre el efecto negativo de la enfermedad se puede realizar debido a que en las gráficas 6 y 7 es posible apreciar un cambio en la pendiente entre la *vv* y el *tc* a partir de la aparición de la pandemia. Una probable explicación en la caída en la venta de vehículos es que la contingencia sanitaria haya perjudicado a uno de los principales indicadores de la economía como es el empleo (Adams-Prassl *et al.*, 2020 y Alstadsæter *et al.*, 2020). Si esto es así, el poder adquisitivo de las personas disminuyó trayendo consigo una baja en la venta de vehículos. En la gráfica 5 también se aprecia que la *vv* disminuye si el *tc* se devalúa.

Considerando que los autos contienen un alto contenido importado, una devaluación baja el po-

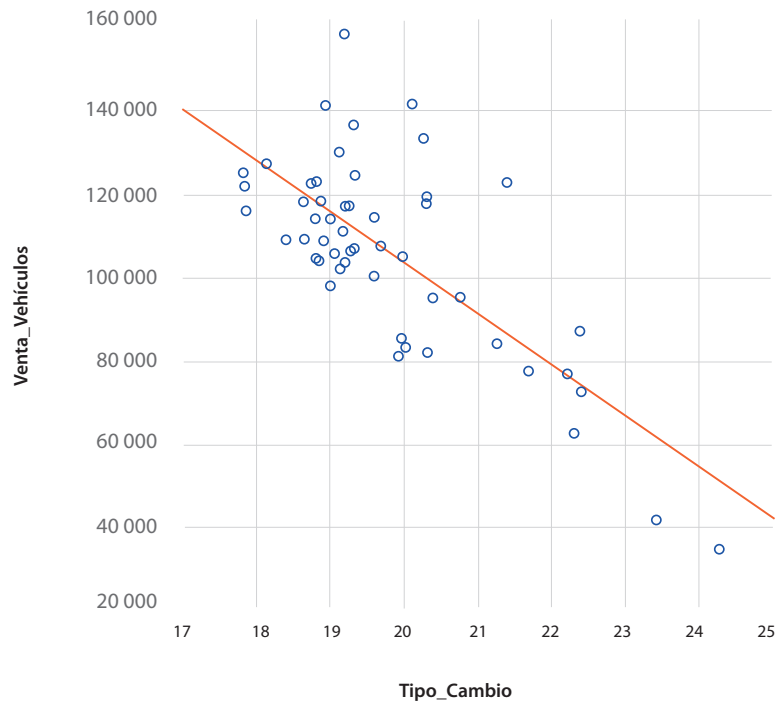
der de compra de la gente de manera local y, por lo tanto, la venta de vehículos se encarece en el mercado nacional (ver gráfica 6).

Se confirma con la gráfica 6 que el signo del coeficiente del tipo de cambio nominal peso/dólar americano para el primer subperiodo es positivo. Entre más devaluado esté el *tc* hay mayor *vv*. Lo anterior podría estar vinculado, por ejemplo, con una política de devolución de impuestos en la compra de vehículos, lo cual propiciaría que los consumidores de bienes durables consumieran más autos. Durante este subperiodo se pagaron más pesos por cada unidad vehicular comprada, esto como consecuencia de la devaluación del peso mexicano. Lo expuesto es una hipótesis probable para explicar cómo es que hay un aumento en las ventas de automóviles para el periodo analizado. Un estudio futuro acerca de los impuestos a los productos de la industria automotriz durante este lapso podría arrojar alguna luz sobre esta hipótesis.

Para el segundo subperiodo, se confirma el signo negativo observado en la pendiente del tipo de cambio con respecto a la venta de vehículos reportado en el cuadro 6. El poder adquisitivo local disminuye cuando se devalúa el *tc* y, por lo tanto, habrá menos posibilidad de comprar autos. Si los componentes de los automóviles son en su mayoría

Gráfica 5

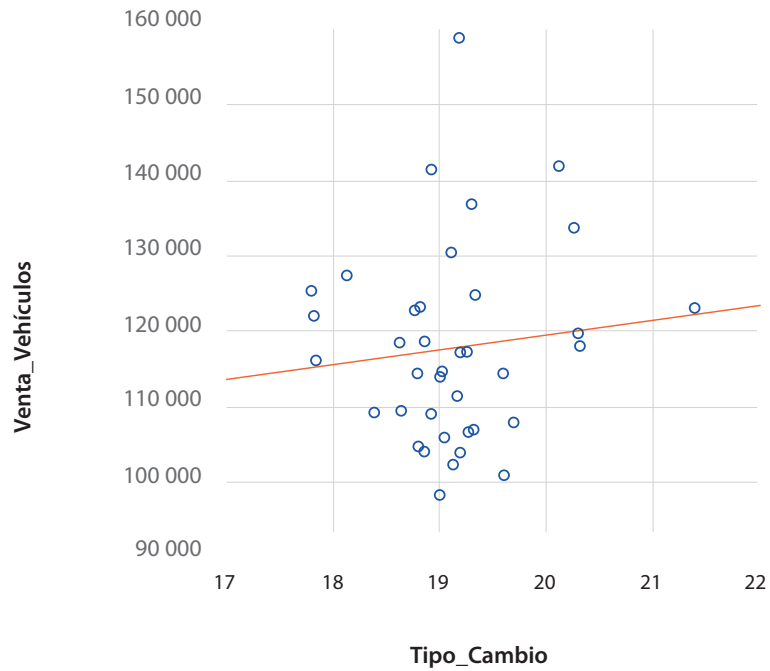
### Diagrama de dispersión venta de vehículos versus tipo de cambio nominal peso/dólar americano, enero del 2017 a mayo del 2021



Fuente: elaboración propia con base en el INEGI, Banco de México y E-Views 12.

Gráfica 6

### Diagrama de dispersión venta de vehículos versus tipo de cambio nominal peso/dólar americano, enero del 2017 a febrero del 2020



Fuente: elaboración propia con base en el INEGI, Banco de México y E-Views 12.

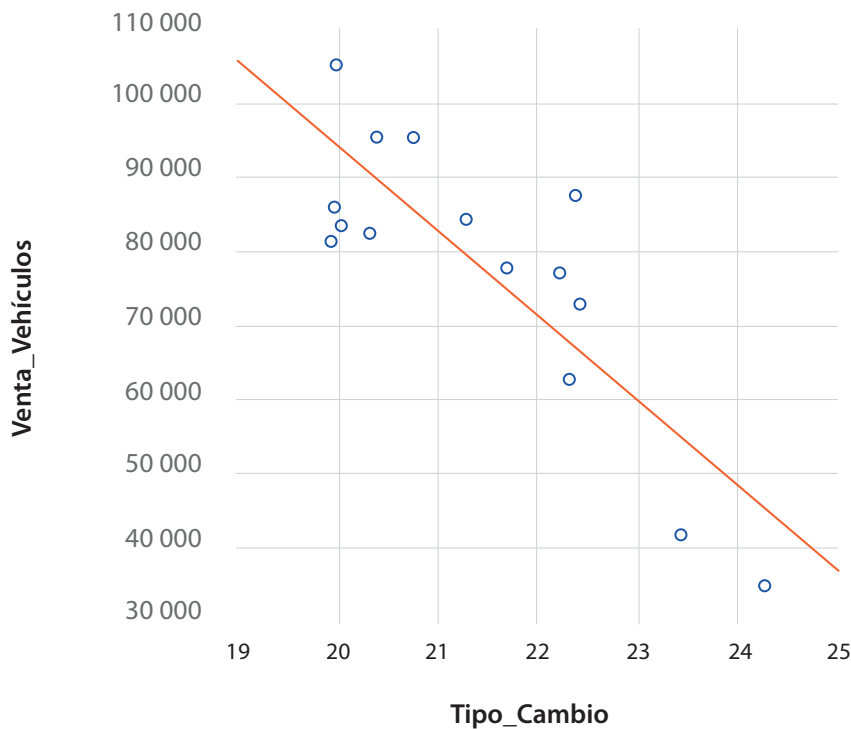
de origen foráneo, entonces una devaluación del tipo de cambio nominal peso/dólar americano tenderá a disminuir el número de vehículos vendidos. La hipótesis probable vinculada a la gráfica 6 de devolución de impuestos en la industria automotriz no operaría en este subperiodo. Los principales factores que influyen en el  $tc$  son: inflación, crecimiento económico, tasa de interés entre México y Estados Unidos de América, barreras comerciales, productividad, posición fiscal del país, nivel de endeudamiento público y expectativas de crecimiento económico.

En esta investigación, una hipótesis considera que la COVID-19 es uno de los factores que influyen en la modificación de la pendiente en el número de unidades de vehículos vendidas versus el tipo de cambio ilustrada en el cuadro 6 y las gráficas 6 y 7; es decir, que la enfermedad ha causado un cambio estructural.

Una revisión de los resultados y gráficas correspondientes a las regresiones estimadas en el cuadro 6 indica que la relación determinística entre la venta de vehículos y el tipo de cambio nominal peso/dólar americano no es la misma en los dos subperiodos. La pendiente en las anteriores de  $vv$  representa la propensión marginal a comprar vehículos dado el  $tc$ . En el segundo subperiodo de marzo del 2020 a mayo del 2021 se tiene una pendiente negativa de -6.40, lo cual indica que por cada 1 % que se devalúe el tipo de cambio peso/dólar americano, el número de unidades vendidas disminuirá en 6.40 %, como se muestra en la gráfica 7. En el primer subperiodo, la pendiente es positiva con un valor de 1.50, y ello indica que por cada 1 % que se devalúe el  $tc$ , el número de unidades vendidas de automóviles aumentará en 1.50 %, como se muestra en la gráfica 6. El coeficiente de la pendiente para el periodo completo es de -1.19, el cual es un valor promedio entre los coeficientes de cada uno de los subperiodos.

Gráfica 7

**Diagrama de dispersión venta de vehículos versus tipo de cambio nominal peso/dólar americano, marzo del 2020 a mayo del 2021**



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI y Banco de México.

## 4.6. Prueba de Chow

Se procede a realizarla con base en los resultados del cuadro 6. A continuación, se siguen los pasos señalados en la sección 3:

- De la ecuación (3.3),  $SCR_3 = 1.61 = SCR$  con  $g.l. = (n_1 + n_2 - k) = 49$ , donde  $k = 2$ ,  $\lambda_1 = \gamma_1$  y  $\lambda_2 = \gamma_2$
- De la ecuación (3.1),  $SCR_1 = 0.42$ , con  $g.l. = (n_1 - k) = 35$ ,  $k = 2$  y  $g.l. = 35$
- De la ecuación (3.2) y se obtiene su suma de residuos al cuadrado,  $SCR_2 = 0.55$ , con  $g.l. = (n_2 - k) = 12$ ,  $k = 2$
- $SCR_{NR} = SCR_1 + SCR_2$ ,  $SCR_{NR} = (0.42 + 0.55) = 0.97$ , con  $g.l. = (37 + 14 - 4) = 47$
- Se calcula la estadística  $F$  de Fisher con la siguiente razón (Maddala, 1992):

$$F_{cal} = \frac{(SCR_R - SCR_{NR}) / k}{(SCR_{NR}) / (n_1 + n_2 - 2k)} \sim F_{crítico [k, (n_1 + n_2 - 2k)]} =$$

$$\frac{\frac{SCR_R - SCR_{NR}}{K}}{\frac{SCR_{NR}}{n_1 + n_2 - 2k}} = \frac{\frac{1.61568221 - 0.979198592}{2}}{\frac{0.979198592}{47}} =$$

15.27 de las tablas  $F$  para 2 y 47 grados de libertad.

El valor crítico  $F$  de Fisher a 1 % de significancia es de 5.087. Por lo tanto, la probabilidad de obtener un  $F$  igual o mayor que 15.27 es mucho menor que 1 %; de hecho, su valor de probabilidad  $p$  solo es de 0.0000. Entonces, se acepta la hipótesis alternativa de que existe un cambio estructural entre los dos subperiodos analizados después de implementar la prueba de Chow. Así, el resultado parece apoyar la hipótesis de que la relación entre la  $vv$  y el  $tc$  sufrió un cambio estructural en México en el periodo que comprende de enero del 2017 a mayo del 2021.

## 4.7. Prueba de Wald

Esta se implementa solo para el segundo periodo. Esto es así pues solo para el segundo subperiodo se cuenta con datos de defunciones por COVID-19. Se propusieron dos modelos basados en las ecuaciones (3.4) y (3.5), respectivamente: el primero es restringido de regresión múltiple y toma en cuenta las variables  $tc$  y COVID-19; el segundo es no restringido de regresión simple y no considera las defunciones originadas por la enfermedad. En el cuadro 7 se reportan los estimadores correspondientes para implementar la prueba de Wald. Recuérdese que la ecuación (3.4) es un modelo de regresión múltiple, mientras que la (3.5) es simple.

Cuadro 7

### Resultados de las estimaciones del modelo de las ecuaciones (3.4) y (3.5), observaciones mensuales, primeras diferencias de los logaritmos

Variable independiente (y error estándar)	Variable dependiente $vv$	
	Segundo subperiodo modelo no restringido 2020.03-2021.05	Segundo subperiodo modelo restringido 2020.03-2021.05
$tc$	-4.53 (-2.93)**	-6.40 (-3.87)**
COVID-19		-0.11 (-2.62)**
Criterio de información Akaike	-1.58	-0.24
Criterio de información Schwarz	-1.53	-0.19
Suma de los residuos al cuadrado	0.35	0.55
$n$	14	14

**Nota:** \*\*: significativo a 95 %; \*: significativo a 90 %;  $n$  es el número de observaciones.

**Fuente:** estimación propia con base en Stata 16.

Los pasos para la implementación de la prueba son los siguientes:

1. Estimar el modelo no restringido y obtener la suma de residuos al cuadrado,  $SCR_{NR} = 0.35$ .
2. Estimar el modelo restringido y obtener la suma de residuos al cuadrado,  $SCR_R = 0.55$ , con  $g.l.=1$ , donde 1 es igual al número de restricciones (una por COVID-19).
3. Se calcula la prueba de Wald, como se expresa a continuación:

$$Wald_{calculado} = \frac{0.5569 - 0.3538}{\frac{0.3538}{14}} \sim \chi^2_{tablas [1]}$$

El  $Wald_{calculado} = 8.03$ . El valor crítico para  $\chi^2$  con un intervalo a 99 % de confianza es de 5.22. El del calculado de Wald se encuentra a la derecha del valor de tablas; es decir, cae en el rango de rechazo de la hipótesis nula; o sea, la mejor especificación del modelo es el que incluye la COVID-19 para determinar el comportamiento de la  $vv$ . Del cuadro 7 se puede ver que por cada 1 % en que la enfermedad aumenta, la venta de vehículos disminuye 11 por ciento.

## 5. Conclusión

Este análisis presenta estadística descriptiva, gráficas y resultados econométricos del impacto que la COVID-19 tuvo en la venta de vehículos, el cual es significativo considerando los resultados reportados en la sección 4. Las regresiones estimadas muestran una afectación por la presencia de la enfermedad y el impacto en la disminución de comercialización de unidades vehiculares. Se determina paramétricamente que la aparición de la COVID-19 delinea uno de los periodos más difíciles en el comercio de automóviles en México.

Los modelos estimados para la  $vv$  se realizaron en función del  $tc$ . Esta última variable resultó significativa en las regresiones donde la dependiente es la venta de vehículos. Desde mayo del 2020 se observó un constante fortalecimiento del peso mexicano, como se puede apreciar en la gráfica 3 correspondiente al tipo de cambio nominal peso/

dólar americano y una disminución en el número vendido de automóviles.

Los resultados paramétricos del cambio estructural reportados en la sección 4.5 y el cálculo de la  $F$  estadística de la prueba de Chow rechazan la hipótesis nula de que no hay tal modificación. Por lo tanto, esta prueba parece apoyar el supuesto de que la relación  $vv$  y  $tc$  sufrió un cambio estructural en México en el periodo enero del 2017 a mayo del 2021, teniendo como punto de inflexión la fecha de aparición de la COVID-19 en el escenario mundial. Esto se puede constatar visual y paramétricamente en los resultados de las pendientes reportadas en el cuadro 6 para el primer subperiodo (1.50) y para el segundo (-6.40), así como en sus correspondientes gráficas 6 y 7. La pendiente en las regresiones anteriores de venta de automóviles representa la propensión marginal a comprar vehículos dado el tipo de cambio nominal peso/dólar americano.

Se realizó una comparación de modelos con *defunciones* y *contagios* reportados en el cuadro A2 del Apéndice y se eligió como la COVID-19 a la serie temporal relacionada con *defunciones*. Estos resultados arrojaron que el análisis por muertes explica mejor la venta de vehículos, ya que es la que tiene menor suma de los errores al cuadrado. Tal vez estos resultados se deban a que una persona contagiada se puede recuperar y seguir comprando autos a diferencia de las que fallecen.

Únicamente para el segundo subperiodo se comprueba que la COVID-19 es una variable que determina de manera estadística el comportamiento de la venta de unidades vehiculares. Para llevar a cabo la prueba de especificación de la  $vv$  con respecto a la inclusión o no de la enfermedad, se propuso la prueba de Wald. Después de calcularla, se acepta la hipótesis nula de que la COVID-19 ayuda a predecir la venta de vehículos. Por lo tanto, la mejor estimación del modelo es el que la incluye. Dados los resultados en el cuadro 7, por cada 1 % en que la COVID-19 aumenta, el número de unidades de automóviles vendidos disminuirá en 11 %, al menos para el segundo subperiodo analizado (marzo del 2020 a mayo del 2021).

Una de las consecuencias del alto contagio por COVID-19 fue el cambio en el comportamiento del consumidor, ya que al parecer decidió destinar su ingreso a gastos relacionados con la exposición a riesgos asociados con esta enfermedad, donde hubo escasez de insumos en las olas de esta pandemia por la disrupción de las cadenas globales de valor, en vez de utilizarlos en bienes duraderos, como automóviles (Andersen *et al.*, 2022; Carvalho *et al.*, 2020).

Lo anteriormente dicho es a juzgar de la caída en la venta de vehículos a principios del 2020, como se muestra en la gráfica 2, la cual, tal vez, esté vinculada a un desplome del ingreso y al crecimiento de la tasa de desempleo. A la vez, un mayor desempleo puede estar relacionado con la suspensión de actividades vigente entre abril y mayo del 2020 asociada con la COVID-19. La consideración de la determinación cuantitativa de esta hipótesis queda fuera del alcance de este documento.

## Fuentes

Adams-Prassl, A., T. Boneva, M. Golin, & C. Rauh. "Inequality in the impact of the coronavirus shock: evidence from real time surveys", en: *Journal of Public Economics*. Vol. 189, 2020, pp. 1-33 (DE) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104245>.

Aguilar-García, F. J., & A. Lira-Moctezuma. "La pandemia COVID-19 y su impacto en la industria automotriz mexicana, 2020", en: *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*. Vol. IX, núm. 25, 2020, pp. 60-79 (DE) <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/240/788>.

Alstadsæter, A., B. Bratsberg, G. Eielsen, W. Kopczuk, S. Markussen, O. Raaum, & K. Røed. "The first weeks of the coronavirus crisis: who got hit, when and why? Evidence from Norway", en: *National Bureau of Economic Research Working Papers 27131*. 2020 (DE) DOI 10.3386/w27131.

Andersen, A. L., E. T. Hansen, N. Johannesen, & A. Sheridan. "Consumer responses to the COVID-19 crisis: evidence from bank account transaction data", en: *The Scandinavian Journal of Economics*. Vol. 124, núm. 4, 2022, pp. 905-929 (DE) DOI: <https://doi.org/10.1111/sjoe.12512>.

Bejarano, H., P. Hancevic, & H. M. Núñez. "Impacto económico del COVID-19 en negocios pequeños y medianos bajo restricciones voluntarias e impuestas", en: *EconoQuantum*. Vol. 18, núm. 2, 2021, pp. 23-56 (DE) DOI: <https://doi.org/10.18381/eq.v18i2.7229>.

British Broadcasting Corporation (BBC). *Coronavirus: Wuhan shuts public transport over outbreak*. BBC, 2020a (DE) <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-51215348>.

\_\_\_\_\_. *Coronavirus en México: qué significa que el gobierno de AMLO dé por iniciada la fase 3 de la pandemia de COVID-19*. BBC, 2020b (DE) <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52373038>.

Carvalho, B., S. Peralta, & J. P. Dos Santos. "What and how did people buy during the Great Lockdown? Evidence from electronic payments", en: *Working Papers ECARES, Université Libre de Bruxelles*. 2020 (DE) [https://econpapers.repec.org/paper/ecawpaper/2013\\_2f307531.htm](https://econpapers.repec.org/paper/ecawpaper/2013_2f307531.htm).

Chow, G. C. "Test of equality between sets of coefficients in two linear regressions", en: *Econometrica*. Vol. 28, núm. 3, 1960, pp. 592-605 (DE) DOI: <https://doi.org/10.2307/1910133>.

Coffin, D., D. Downing, J. Horowitz, & G. LaRocca. "The Roadblocks of the COVID-19 Pandemic in the U.S. Automotive Industry", en: *United States International Trade Commission Office of Industries Working Paper ID-091*. 2022 (DE) [https://usitc.gov/publications/332/working\\_papers/final\\_the\\_roadblocks\\_of\\_the\\_covid-19\\_pandemic\\_in\\_the\\_automotive\\_industry.pdf](https://usitc.gov/publications/332/working_papers/final_the_roadblocks_of_the_covid-19_pandemic_in_the_automotive_industry.pdf).

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). *COVID-19 México*. CONACYT, 2022 (DE) <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>.

Freije, S., G. López-Acevedo, & E. Rodríguez-Oreggia. "Effects of the 2008-09 economic crisis on labor markets in Mexico", en: *World Bank Policy Research Working Papers*. 2011 (DE) DOI: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5840>.

García, G. "Las ventas de autos en México cayeron un 28% en 2020: así queda el ranking por marca", en: *Motor Pasión México*. 2021 (DE) <https://www.motorpasion.com.mx/industria/ventas-autos-mexico-2020>.

México, ¿cómo vamos? *La economía mexicana no regresa a su nivel prepandemia en 2021 y muestra señales de estancamiento*. México, ¿cómo vamos?, 2022 (DE) [https://mexicocomovamos.mx/wp-content/uploads/2022/02/Publicacion%CC%81nMCV\\_PIB\\_4T2021.pdf](https://mexicocomovamos.mx/wp-content/uploads/2022/02/Publicacion%CC%81nMCV_PIB_4T2021.pdf).

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). *Densidad de población*. Chile, INE, 2022 (DE) <https://www.ine.gov.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/poblacion/densidad>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Encuesta sobre el Impacto Económico Generado por COVID-19 en las Empresas (ECOVID-IE)* 2020. México, INEGI, 2021 (DE) <https://www.inegi.org.mx/programas/ecovidie/>.

Linares Zarco, J. "La pandemia del COVID19 y la industria automotriz en México. Un balance parcial de daños colaterales", en: Wong González, P., J. E. Isaac Egurrola, E. R. Morales García de Alba y A. Treviño Aldape (coordinadores). *La dimensión global de las regiones y sus reconfiguraciones económicas y urbanas*. Vol. II. Ciudad de México, México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional (AMECIDER), 2021.

- \_\_\_\_\_ "La industria automotriz y el COVID 19 en México. Saldo de una pandemia inconclusa, 2020-2022", en: Isaac Egurrola, J. E., y E. R. Morales García de Alba y A. Treviño Aldape (coordinadores). *La economía sectorial reconfigurando el territorio y nuevos escenarios en la dinámica urbano rural*. Ciudad de México, México, UNAM-AMECIDER, 2022.
- MacKinnon, J. G., H. A. Haug, & L. Michelis. "Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration", en: *Journal of Applied Econometrics*. Vol. 14, núm. 5, 1999, pp. 563-577 (DE) DOI: <https://www.jstor.org/stable/223206>.
- Maddala, G. S. *Introduction to econometrics*. Nueva York, Estados Unidos de América, Macmillan, 1992.
- Mendoza-Velázquez A, & L. Rendón-Rojas. "Identifying resilient industries in Mexico's automotive cluster: policy lessons from the great recession to surmount the crisis caused by COVID 19", en: *Growth Change*. Vol. 52, núm. 3, 2021, pp. 1552-1575 (DE) DOI: 10.1111/grow.12515.
- Rajagopalan, R. "The U.S. Escalates Chips War with China", en: *Observer Research Foundation*. 2023 (DE) <https://policycommons.net/artifacts/3531873/the-us/4333023/>.
- Ramani, V., D. Ghosh, & M. S. Sodhi. "Understanding systemic disruption from the COVID-19-induced semiconductor shortage for the auto industry", en: *Omega*. Vol. 113, 2022 (DE) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102720>.
- Ramírez, J., J. Alarcón, G. Calzada, & H. Ponce. "Mexican automotive industry sales behavior during the COVID-19 pandemic", en: Batyrshin, I., A. Gelbukh y G. Sidorov (eds.). *Advances in Soft Computing. MICAI 2021. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 13068, Springer, Cham., 2021 (DE) DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-89820-5\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-89820-5_22).
- Rodríguez, I. "La COVID-19 baja el número de autos vendidos en México a niveles de hace 10 años", en: *Expansión*. Enero del 2021 (DE) <https://expansion.mx/empresas/2021/01/06/la-venta-de-autos-nuevos-en-mexico-cayo-28-en-2020-en-medio-de-la-pandemia>.
- [s. a.] "La venta de autos ligeros en México está aún lejos de los niveles pre-COVID", en: *Expansión*. 4 de agosto de 2021 (DE) <https://expansion.mx/empresas/2021/08/04/venta-autos-ligeros-mexico-lejos-niveles-pre-covid>.
- Smith, K. M., C. C. Machalaba, R. Seifman, Y. Feferholtz, & W. B. Karesh. "Infectious disease and economics: the case for considering multi-sectoral impacts", en: *One Health*. Vol. 7, 2019 (DE) DOI: 10.1016/j.onehlt.2018.100080.
- Wooldridge, J. M. *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. Ciudad de México, México, Cengage Learning, 2010.

## Apéndice

Cuadro A1

### Fuente de los datos y unidades

Identificador de datos (ID)	Descripción	Frecuencia	Periodo disponible	Fuente	Unidades
COVID-19	Defunciones por COVID-19.	Mensual	2020-2021	A	Número de defunciones
<i>vv</i>	Venta vehículos ligeros comercializados.	Mensual	2017-2021	B	Vehículos
<i>tc</i>	Tipo de cambio peso/dólar americano para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera, fecha de determinación (FIX) cotizaciones promedio.	Mensual	2017-2021	C	Pesos

**Fuentes:** A. <https://covid19.sinave.gob.mx/>, sitio oficial COVID-19, México, Dirección General de Epidemiología-gobierno federal; B. <https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/>, INEGI/Inicio/Datos primarios/Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros; C. <https://www.banxico.org.mx/SielInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF86&locale=es> BANXICO/Tipos de cambio y resultados históricos de las subastas, SF17908.

Con base en los criterios de información Akaike y Schwarz se puede deducir que es un mejor modelo de regresión el que cuenta con la variable *defuncio-*

*nes* que con *contagios*, y de la suma de los residuos al cuadrado se confirma que el mejor modelo es el que usa *defunciones* en vez de *contagios* (ver cuadro A2).

Cuadro A2

**Resultados de la estimación de la ecuación (3.4). COVID-19 es *contagios* y *defunciones*. Segundo subperiodo: 2020.03-2021.05**

Variable independiente (y error estándar)	Variable dependiente <i>vv</i>	
	Segundo subperiodo COVID-19 <i>contagios</i>	Segundo subperiodo COVID-19 <i>defunciones</i>
<i>tc</i>	-5.62 (-3.59)***	-4.53 (-2.93)***
COVID-19	-0.13 (-1.89)**	-0.11 (-2.62)***
Criterio de información Akaike	-5.0732	-7.7626
Criterio de información Schwarz	-3.7951	-6.4845
Suma de los residuos al cuadrado	0.42	0.35
<i>n</i>	15	15

**Nota:** \*\*\*: significativo a 99 %; \*\*: significativo a 95 %; *n* es el número de observaciones.

**Fuente:** estimación propia con base en Stata 16.



# Un análisis de cointegración *de la actividad económica de Aguascalientes:* 1981-2021

## A Cointegration Analysis of the Aguascalientes *Economic Activity: 1981-2021*

Silvia Raquel De Anda Martínez y Francisco de Jesús Corona Villavicencio\*

Este es un trabajo econométrico que tiene como objetivo analizar las relaciones dinámicas que existen entre las tres actividades económicas (AE: primarias, secundarias y terciarias) del estado de Aguascalientes. Para ello, se realiza el ejercicio de cointegración de Johansen (1991). Los resultados indican que las AE están cointegradas y, al normalizar para las industriales, se puede observar que estas se enlazan positivamente tanto con las primarias como con los servicios, siendo estos últimos los más importantes en la relación existente. Se concluye que las AE comparten interacciones de largo plazo, lo cual implica que incentivar el crecimiento de alguno de estos sectores tiende a incrementar también el del resto de las AE.

**Palabras clave:** actividades económicas; Aguascalientes; cointegración; Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal; modelos VAR.

**Recibido:** 21 de febrero de 2023.

**Aceptado:** 30 de mayo de 2023.

This paper presents an econometric exercise to analyze the dynamic relationships between the three economic activities (EA: primary, secondary, and tertiary sectors) in the state of Aguascalientes. For this goal, the Johansen's cointegration analysis (1991) is carried out. The results show that the EAs are cointegrated and, when normalizing for industrial ones, it can be observed that these are positively related to both primary activities and services, with the latter being the most important in the existing relationship. We conclude that the EAs share long-run interconnections, indicating that when any economic activity growth, the others tend to increase as well.

**Key words:** economic activities; Aguascalientes; cointegration; Quarterly Indicator of State Economic Activity; VAR models.

\* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), [silvia.deanda@inegi.org.mx](mailto:silvia.deanda@inegi.org.mx) y [franciscoj.corona@inegi.org.mx](mailto:franciscoj.corona@inegi.org.mx), respectivamente.



México, Aguascalientes: Exedra Columna y anfitrión en el centro histórico de la ciudad del Zócalo frente a la Basílica Catedral de Aguascalientes/Elijah-Lowkoff.

## 1. Introducción

Desde el 2019, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) brinda al público en general series de tiempo retropoladas para el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAEE), cuyo periodo de inicio es 1980 (INEGI, 2021), lo que permite generar análisis de la coyuntura macroeconómica por entidad federativa con mayor flexibilidad. Sin embargo, son pocas las investigaciones que han aprovechado la longitud de dichas series para realizar estudios econométricos que busquen entender la dinámica existente. En este contexto, es conveniente mencionar que en Guerrero y Corona (2019) se hace referencia a la retropolación del Producto Interno Bruto (PIB) estatal y trimestral de México hasta 1980, mientras

que en Corona y López-Pérez (2020) se muestra de manera empírica que lo anterior es consistente con la realidad económica del país.

En esta investigación nos centramos en llenar este hueco de la literatura para una de las economías emergentes y más importantes del país, específicamente la del estado de Aguascalientes, México. En consecuencia, nuestro objetivo primordial es analizar las relaciones de corto y largo plazo en las tres actividades económicas (AE) de la entidad. En particular, es nuestro interés determinar la forma en que las primarias ( $AE_1$ ), las industriales ( $AE_2$ ) y los servicios ( $AE_3$ ) se relacionan a lo largo del tiempo. Lo anterior es importante en términos de política económica, ya que genera certeza del comovimiento existente entre las AE y permite

desentrañar cómo el incentivo en una en particular trae beneficios en las otras tanto en el corto como en el largo plazo.

La estrategia empírica consiste en utilizar el ejercicio de cointegración de Johansen (1991), el cual consta, básicamente, en: i) analizar las propiedades estocásticas de las series de tiempo, ii) especificar y estimar un vector autorregresivo (VAR) analizando el número de las posibles relaciones de cointegración y sujeto a esto, iii) reestimar el VAR acorde con los resultados de cointegración; y, finalmente, iv) usar el modelo para los fines económicos correspondientes. En el resto del documento nos referimos de manera indistinta como industria y actividades industriales a las secundarias, y al comercio y los servicios como terciarias.<sup>1</sup>

Este trabajo nos permite conocer detalles económicos de gran relevancia, como el orden de integración de las AE; estimar elasticidades cruzadas, de corto y largo plazo, entre estas; y evaluar la confiabilidad estadística de los modelos, así como conocer la capacidad predictiva de estos. Asimismo, el estudio puede motivar a otros usuarios a realizar análisis similares para otras entidades federativas.

Consideramos importante centrar la atención en Aguascalientes dado que esta es una de las economías emergentes más importantes del país, caracterizada por la alta inversión en la industria automotriz y con altos niveles de bienestar (INEGI, 2022). Con datos al 2020, la entidad posee 79.8 % de la población con acceso a servicios, el promedio de escolaridad es de 10.3 años, su Coeficiente de Gini<sup>2</sup> es de 0.395 y un ingreso promedio anual de 10 657 dólares; todos estos indicadores se ubican muy por encima del promedio nacional. Asimismo, de acuerdo con estadísticas del propio INEGI, muestra una alta satisfacción de vida, ubicándose en el octavo lugar a nivel país.

1 Se invita al lector a ver la desagregación de las actividades secundarias y terciarias para tener un panorama más amplio de los sectores que se incluyen en <https://www.inegi.org.mx/app/scian/>.

2 El Coeficiente de Gini mide la distribución del ingreso de la sociedad en una entidad territorial específica, cuyos valores se encuentran entre 0 y 1, siendo 0 igualdad perfecta y 1 total desigualdad.

A pesar de la relevancia del estado que demuestran estos datos, son pocos los trabajos que se orientan en estudiar cómo son las relaciones económicas de la entidad. Por ejemplo, podemos mencionar la tesis de García-Balderas (2011), donde se realiza un análisis estático bajo el enfoque de la Matriz de Insumo-Producto (MIP) para el 2003. Por lo tanto, este trabajo representa aportaciones no solo en términos econométricos, sino también proporciona información valiosa para la formulación de política económica de Aguascalientes.

La metodología econométrica presentada en esta investigación contrasta con la perspectiva tradicional que suele aplicarse para entender las interrelaciones económicas que existen entre las diversas actividades productivas, la MIP (INEGI, 2022), la cual tiene como objetivo entender el flujo de transacciones que hay en los distintos sectores de la economía. Dicho análisis, generalmente, se aborda en términos agregados debido a los altos costos que implica analizarlo bajo un enfoque de microdatos, que lo pueden lograr solo los bancos de información a nivel nacional. Sin embargo, también es posible presentar la MIP para regiones o entidades específicas de un país. Para ello, se suelen utilizar técnicas econométricas de desagregación geográfica, como el método RAS y sus variantes, es decir, se sigue un enfoque de macrodatos.

Entre los estudios relacionados con el uso de la MIP para el análisis de la coyuntura económica en México se encuentran Torre-Cepeda *et al.* (2017) para el caso de la industria automotriz en todas las entidades federativas; Aguilar y López (2018), donde la aplicación se realiza para el estado de México; y García-Fernández *et al.* (2020) acerca de Tamaulipas. No obstante, a pesar de estos esfuerzos por desagregar resultados nacionales, es claro que estas investigaciones omiten las relaciones temporales de las series económicas y dependen en gran medida de la actualización de las cuentas nacionales más agregadas. Esto limita la capacidad y alcance para realizar un análisis de alta frecuencia que brinde a los tomadores de decisiones elementos para periodos más cortos.

Desde este punto de partida, queda clara la trascendencia de disponer de análisis econométricos para comprender las relaciones económicas en regiones o entidades específicas que consideren, simultáneamente, tres aspectos: regiones específicas, que incluyan más de un sector de la economía y que utilicen periodos de alta temporalidad; lo anterior es importante para la toma de decisiones de hacedores de política económica. En este sentido, podemos mencionar a Aguayo y Álvarez (2017), quienes realizan un estudio para medir, entre otros aspectos, efectos de largo plazo para paneles de datos donde relacionan los PIB per cápita de los servicios privados de las entidades con los de la industria y los servicios públicos.

El resto de este trabajo se divide como sigue: en la sección 2 se detalla la metodología y el plan de acción; en la 3 se presenta la memoria de cálculo y los resultados; finalmente, en la 4 se concluye y describen las recomendaciones.

## 2. Metodología

Esta sección describe la notación, el concepto de cointegración, la metodología empleada y el resumen del plan de acción que se adapta a los objetivos planteados.

### 2.1. Ejemplificando el concepto de cointegración

Hablar de relaciones dinámicas implica mencionar cómo interaccionan dos series en el corto y largo plazo, por ende, de cointegración. Para introducir al tema, la teoría econométrica ha planteado los denominados modelos de corrección de errores, iniciados por Davidson *et al.* (1978), quienes, básicamente, proponen determinar cómo es la relación existente entre dos o más variables.

Así, asumamos que  $y_t = \alpha'x_t$  es la relación existente entre dos variables, para  $t=1, \dots, T$ , de tal forma que la dinámica de  $y_t$  varía en función de su estado de equilibrio en  $t-1$  como sigue:

$$\Delta y_t = \gamma_1(y_{t-1} - \alpha'x_{t-1}) + \varepsilon_1 t, \quad (1)$$

mientras que para  $x_t$ :

$$\Delta x_t = \gamma_2(y_{t-1} - \alpha'x_{t-1}) + \varepsilon_2 t. \quad (2)$$

Agregando variaciones transitorias dependientes de carácter autorregresivo para cada expresión descrita anteriormente, tenemos el siguiente par de ecuaciones:

$$\Delta y_t = \gamma_1(y_{t-1} - \alpha'x_{t-1}) + \emptyset_{11}\Delta y_{t-1} + \emptyset_{21}x_{t-1} + \varepsilon_1 t, \quad (3)$$

$$\Delta x_t = \gamma_2(y_{t-1} - \alpha'x_{t-1}) + \emptyset_{21}\Delta y_{t-1} + \emptyset_{22}x_{t-1} + \varepsilon_2 t, \quad (4)$$

lo que en forma matricial se puede expresar como:

$$\Delta Y_t = \gamma\alpha' Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

donde  $Y_t = (y_t, x_t)'$ ,  $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t})'$ ,  $\gamma = \begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \end{bmatrix}$ ,  $\alpha = [1, \alpha_1]$  y  $\Gamma_1 = \begin{bmatrix} \emptyset_{11} & \emptyset_{12} \\ \emptyset_{21} & \emptyset_{22} \end{bmatrix}$ .

(5)

Nótese que la expresión (5) se puede representar como sigue:

$$Y_t = (I_K + \Gamma_1 + \gamma\alpha')Y_{t-1} + \Gamma_1 Y_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (6)$$

es decir, como un modelo de VAR con dos rezagos, o bien, un VAR(2) de la siguiente manera:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t. \quad (7)$$

Ahora, restando y sumando  $Y_{t-1}$  y  $A_2 Y_{t-1}$  a la ecuación (7), tenemos que:

$$Y_t - Y_{t-1} = -(I_n - A_1 - A_2)Y_{t-1} - A_2 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (8)$$

lo que equivale a un vector de correcciones de errores (VEC) como sigue:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

donde  $\Pi = -(I_K - A_1 - A_2)$  y  $\Gamma_1 = -A_2$ . (9)

Notemos que si  $Y_t \sim I(1)$  o no estacionaria entonces  $\Delta Y_t \sim I(0)$ , en otras palabras, es estacionaria.

Visto de otra manera, si descomponemos la matriz  $\Pi = \gamma\alpha'$  y expresamos el modelo VEC como:

$$\gamma\alpha' Y_{t-1} = \Delta Y_t + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (10)$$

Observemos que el lado derecho contiene puros términos estacionarios, por lo que el lado izquierdo representa una combinación lineal de variables no estacionarias, que es estacionaria o  $I(0)$ .

Lo anterior está expresado en términos *intuitivos*, pues consistió en expresar un modelo económico visto en términos de una relación de equilibrio dentro del contexto de un modelo VAR, estableciendo el enlace entre ambos modelos.

## 2.2. Vector de corrección de errores

Una vez definido el concepto de cointegración, el cual subyace en un modelo VAR, sea  $Y_t = (AE_{1t}, AE_{2t}, AE_{3t})$  el vector que contiene las tres AE del estado de Aguascalientes, tenemos que, visto de manera general, el problema consiste en identificar el rango de la matriz  $\Pi = -(I_3 - A_1 - \dots - A_p)$  de un modelo VAR ( $p$ ) de tal manera que si  $\text{rango}(\Pi) = 3$ , claramente se observa que el VAR( $p$ ) es estacionario, pero si  $0 < \text{rango}(\Pi) = 3$  existe una representación alternativa, tal que hay una  $\alpha' Y_{t-1}$  estacionaria, es decir, una combinación lineal de variables no estacionarias que sí lo es, por lo tanto, hay cointegración. Por otra parte, si  $\text{rango}(\Pi) = 0$ , las AE no están cointegradas y son caminatas aleatorias independientes.

A lo anterior se le conoce como determinar la relación de largo plazo, tendencia estocástica común o ecuación de cointegración, y el resultado fue popularizado por los trabajos de Engle y Granger (1987) y extendido por muchos autores, resaltando el caso de Johansen (1991), el cual se utiliza en este trabajo y se basa en la prueba del máximo valor propio para determinar el rango de la matriz de cointegración y los valores críticos empleados para realizar los contrastes que fueron los reportados por Osterwald-Lenum (1992).

La estimación de  $\gamma$  y  $\alpha$  se lleva a cabo solucionando un problema de valores propios para matrices

de residuales provenientes de usar regresiones  $Y_{t-1}$  y  $\Delta Y_t$  en  $\Delta Y_{t-i}$ , mientras que la estimación de  $\Gamma_j$  se realiza a través del método de máxima verosimilitud. Para más detalles, ver Johansen (1991).

Nótese que cuando las series estén cointegradas implica que las AE son no estacionarias o  $I(1)$ , *a priori* el ejercicio de Johansen no requiere de hacer pruebas de raíces unitarias individualmente, no obstante, en este trabajo realizamos pruebas aumentadas de Dickey-Fuller de manera individual. Asimismo, la estimación de las matrices de coeficientes  $\Gamma_j$  se lleva a cabo por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para evaluar con más facilidad la significancia de los coeficientes. En conclusión, el VEC, para una expresión VAR( $p$ ) viene dado por:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-(p+1)} + \varepsilon_t, \quad (11)$$

es decir, expresa las magnitudes de cómo la variación de  $Y_t$  se desvía del largo plazo,  $\Pi$ , más cómo depende de choques pasados o de la dinámica transitoria,  $\sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i$ .

## 2.3. Seleccionando el rezago óptimo

En el paso anterior suponemos que  $p$  es conocido, sin embargo, debe ser estimado. La selección óptima de los rezagos en el VAR( $p$ ) puede ser determinada mediante el uso de los denominados criterios de información. El procedimiento general consiste en ordenar los  $p = 0, \dots, p_{max}$  y elegir el valor de  $p$  que minimiza algún criterio de selección. La elección para el VAR( $p$ ) tiene la forma:

$$IC(p) = \ln |\hat{\Sigma}(p)| + C_T \cdot \varphi(K, p), \quad (12)$$

donde  $\hat{\Sigma}(p) = T^{-1} \sum_{i=1}^T \varepsilon_i \varepsilon_i'$ ,  $C_T$  es una secuencia indexada por el número de realizaciones de  $T$  y  $\varphi(K, p)$  es la función de penalización por la longitud del modelo VAR( $p$ ). Los tres criterios de información más utilizados son los de Akaike (AIC), Schwarz-Bayesiano (BIC) y Hannan-Quinn (HQ):

$$AIC(p) = |\hat{\Sigma}(p)| + \frac{2}{T} p K^2, \quad (12a)$$

$$BIC(p) = \sum \widehat{\epsilon}(p) + \frac{\ln T}{T} pK^2, \quad (12b)$$

$$HQ(p) = |\sum \widehat{\epsilon}(p)| + \frac{2 \ln \ln T}{T} pK^2. \quad (12c)$$

El criterio AIC sobreestima el orden asintóticamente con probabilidad positiva, mientras que el BIC y HQ lo estiman de manera consistente bajo ciertas condiciones favorables si el verdadero valor de  $p$  es menor o igual que  $p_{max}$ .

## 2.4. Esquema de modelación

Una vez definido el marco metodológico general, en el cuadro 1 se describe el proceso empírico de modelación.

Este proceso de modelación se realiza en R y nótese que, como primer paso, se analiza si las series de tiempo tienen el mismo orden de integración, *a priori*, al trabajar con los niveles de estas se espera que sean  $I(1)$ . Se desestacionalizan usando la metodología del X-13ARIMA-SEATS<sup>3</sup> que contiene la librería *seasonal* del paquete estadístico R. Como segundo paso se determina el rezago óptimo de las series de tiempo dentro del contexto de modelos VAR y se usa el criterio BIC por las razones

<sup>3</sup> La metodología X-13ARIMA-SEATS es un procedimiento estadístico para desestacionalizar series de tiempo trimestrales y mensuales. Consiste, básicamente, en dos pasos: 1) especificación y estimación del modelo ARIMA que permite desentrañar la estructura residual debido al ajuste del modelo y, sujeto a esto, 2) seleccionar y utilizar los filtros estacionales para descomponer la serie de tiempo en los componentes restantes, es decir, de tendencia-ciclo y estacional.

señaladas en la subsección 2.3. Posteriormente, se estima el VAR analizando el rango de la matriz de cointegración  $\Pi$  para concluir si las series están cointegradas o no. Por último, se realiza el análisis estructural del modelo usando el VEC y algunas otras pruebas de carácter empírico, como la causalidad en sentido Granger, dentro del contexto de modelos VAR. La 1 se lleva a cabo con la función *adf*, mientras que, a partir de la 2, se usan distintas funciones de la librería *vars*.

## 3. Resultados

En esta sección se presentan los cálculos realizados y la descripción de los resultados econométricos.

### 3.1. Análisis exploratorio y pruebas de raíces unitarias

Una vez desestacionalizadas las series de tiempo, procedemos a realizar dicho análisis. El periodo seleccionado es a partir del primer trimestre de 1981 hasta el tercero del 2021. Se comienza desde 1981 debido a que el proceso de desestacionalización —y más cuando se utilizan modelos automáticos, como en este caso— suele ser sensible para datos iniciales y finales, sin embargo, decidimos solo penalizar el año inicial y no el final para tener un panorama más reciente de la economía. Además, se aplicó el logaritmo a las series con el fin de reducir la posible varianza multiplicativa que pudieran tener.

Cuadro 1

### Resumen del proceso de modelación

Etapa	Objetivo	Prueba econométrica	Supuestos
1	Determinar el orden de integración de las series.	Aumentada Dickey-Fuller.	Series de tiempo desestacionalizadas.
2	Determinar el rezago óptimo en el modelo VAR.	Criterio BIC.	Las series de tiempo siguen un proceso VAR.
3	Prueba de cointegración al modelo VAR.	Johansen.	Las series de tiempo comparten relaciones de corto y largo plazo.
4	Análisis estructural.	Estimación VEC por mínimos cuadrados ordinarios.	El modelo está libre de autocorrelación serial y efecto ARCH.

Nota: elaboración propia.

A partir de ahora, se menciona que los resultados se presentan en primer lugar para las actividades industriales, en segundo para los servicios y, finalmente, para las primarias, lo anterior por conveniencia empírica debido a que, si las series son cointegradas, los análisis se realizan normalizados para las actividades secundarias. La gráfica 1 muestra el comportamiento de los niveles de las series de tiempo para el periodo en cuestión.

Se puede apreciar que las series de tiempo presentan movimientos conjuntos, lo cual puede dar indicios de cointegración dado que también parecen ser no estacionarias, pues exhiben una tendencia creciente a través del tiempo. En este sentido, que las actividades económicas estén cointegradas implica que en Aguascalientes estas se encuentran interrelacionadas y comparten al menos un factor común, es decir, tienden a moverse juntas y mostrando interdependencias económicas. Nótese cómo las actividades primarias tienen una mayor varianza, mientras que los servicios mues-

tran una tendencia positiva más clara. Asimismo, se puede observar cómo, tanto para las industriales como para los servicios, la caída de la economía atribuible a la COVID-19 fue más profunda que en eventos históricos pasados, como las crisis de 1995 y 2009.

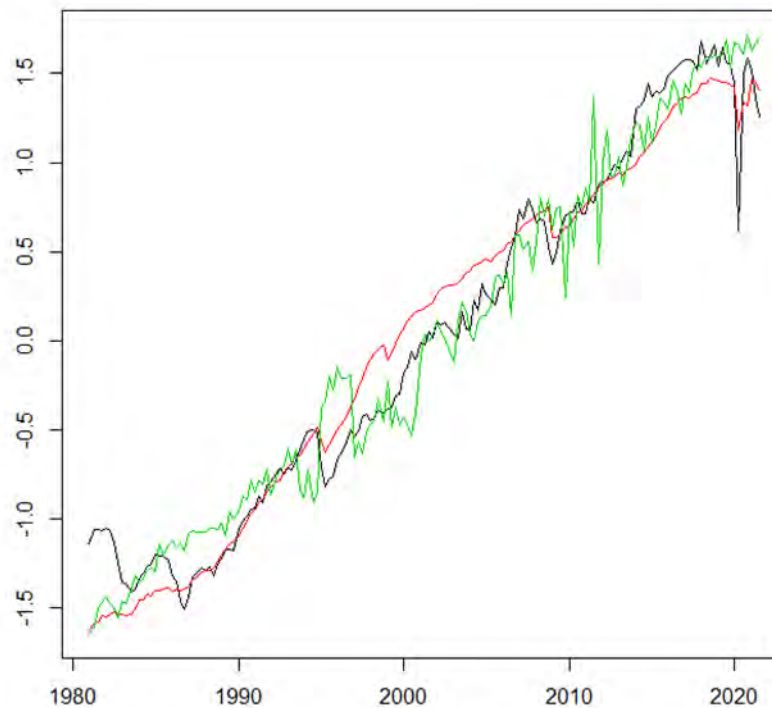
Para corroborar que las series de tiempo son no estacionarias, se realizan las pruebas de raíces unitarias ADF tanto para los niveles de estas como para sus primeras diferencias. Los cuadros 2 y 3 muestran los resultados, respectivamente. Se consideran todas las especificaciones en la prueba ADF: ninguna, constante, y constante y tendencia.

**Cuadro 2**  
**Pruebas ADF para los niveles de las series; *p*-valores**

Variable	Ninguna	Constante	Constante y tendencia
$AE_2$	0.99	0.94	0.01
$AE_3$	0.99	0.71	0.79
$AE_1$	0.99	0.94	0.03

Gráfica 1

**AE del estado de Aguascalientes.  
Valores estandarizados**



$AE_2$  se refiere a la línea negra;  $AE_3$ , a la roja; y  $AE_1$ , a la verde.

Cuadro 3

### Prueba ADF para los niveles de las primeras diferencias de las series; $p$ -valores

Variable	Ninguna	Constante	Constante y tendencia
$AE_2$	0.01	0.01	0.01
$AE_3$	0.01	0.01	0.01
$AE_1$	0.01	0.01	0.01

Se puede apreciar claramente que las series son  $I(1)$  debido a que, cuando se obtienen las primeras diferencias, estas son siempre estacionarias a 5 % de significancia. Nótese que cuando aplicamos la prueba ADF a sus niveles, dos de las tres especificaciones no rechazan la hipótesis nula de no estacionariedad, pero aquella con constante y tendencia, sí. Sin embargo, consideramos que la prueba con constante es la mejor porque dicho parámetro juega el rol de una deriva en la prueba. Lo anterior, aunado al comportamiento gráfico, nos permite concluir que las series son no estacionarias y, más aún,  $I(1)$ .

### 3.2. Modelo VAR y prueba de cointegración de Johansen (1991)

Seleccionado el rezago óptimo con el criterio AIC obtenemos una  $p = 3$ , de tal forma que se estima el modelo VAR y se realiza la prueba de Johansen (1991) para determinar el rango de la matriz  $\Pi$  usando como variable exógena atribuible a la pandemia de la COVID-19 acontecida en el segundo trimestre del 2020<sup>4</sup> (ver cuadro 4).

Cuadro 4

### Resultados de la prueba de cointegración de Johansen (1991)

Prueba	Estadístico	10 %	5 %	1 %
$r \leq 2$	9.19	7.52	9.24	12.97
$r \leq 1$	24.33	13.75	15.67	20.20
$r = 0$	58.89	19.77	22.00	26.81

4 La variable de la COVID-19 es dicotómica, es decir, toma el valor de 1 para el segundo trimestre del 2020 y 0 para cualquier otro trimestre.

Considerando un nivel de significancia a 5 %, podemos concluir que tenemos dos relaciones de cointegración, es decir, las series comparten una tendencia común debido a que hay hasta dos combinaciones lineales de series de tiempo  $I(1)$  que son  $I(0)$ . Lo anterior, y normalizando para las actividades industriales en primer lugar, nos permite comprender cómo son dichas combinaciones, es decir, cómo afectan los servicios y las actividades primarias al sector secundario en el largo plazo. El cuadro 5 resume los resultados.

Cuadro 5

### Ecuaciones de cointegración

Variable	$AE_2$	$AE_3$
$AE_2$	1.00	1.00
$AE_3$	-0.61	-0.14
$AE_1$	-0.57	-1.22
Constante	0.51	1.67

Se observa que la industria de Aguascalientes se relaciona positivamente tanto con los servicios como con las actividades primarias debido a que un signo negativo en la ecuación representa una relación positiva; más aún, al ser un modelo doble logarítmico, los coeficientes significan elasticidades: con un aumento de 1 % en los servicios, la industria tiende a crecer 0.61 %, mientras que, si las actividades primarias incrementan 1 %, las secundarias lo hacen en 0.57 por ciento. Nótese que la interpretación de la segunda ecuación es más complicada, pero mantiene un significado similar: cuando los servicios crecieron 1 % en el periodo pasado, estos tendieron a aumentar en 0.14 %, mientras si lo hicieron en el mismo sentido las actividades primarias, también se incentivaron los servicios en 1.22 por ciento. Estos resultados son importantes debido a que podemos concluir que: i) las AE en Aguascalientes están cointegradas y ii) normalizando para la industria, esta se relaciona positivamente con el resto de las actividades económicas.

Para entender la dinámica de corto y largo plazo, se estima el VEC por MCO usando por simplicidad



solo la primera ecuación de cointegración. Los resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6

**Vector de corrección de errores**

Variable	$AE_{2t}$		$AE_{3t}$		$AE_{1t}$	
	Estimado	p-valor	Estimado	p-valor	Estimado	p-valor
$EC_{t-1}$	-0.08	0.00*	-0.03	0.00*	-0.03	0.04*
COVID	-0.45	0.00*	-0.12	0.00*	0.00	0.99
$\Delta AE_{2t-1}$	-0.23	0.00*	0.06	0.03*	0.00	0.98
$\Delta AE_{3t-1}$	-0.54	0.03*	-0.20	0.02*	-0.06	0.85
$\Delta AE_{1t-1}$	-0.06	0.37	-0.02	0.32	-0.59	0.00*
$\Delta AE_{2t-2}$	0.01	0.89	0.10	0.00*	-0.10	0.31
$\Delta AE_{3t-2}$	-0.65	0.01*	-0.03	0.76	0.12	0.70
$\Delta AE_{1t-2}$	-0.01	0.83	0.00	0.87	-0.19	0.02*

\* Relación significativa a 5 por ciento.

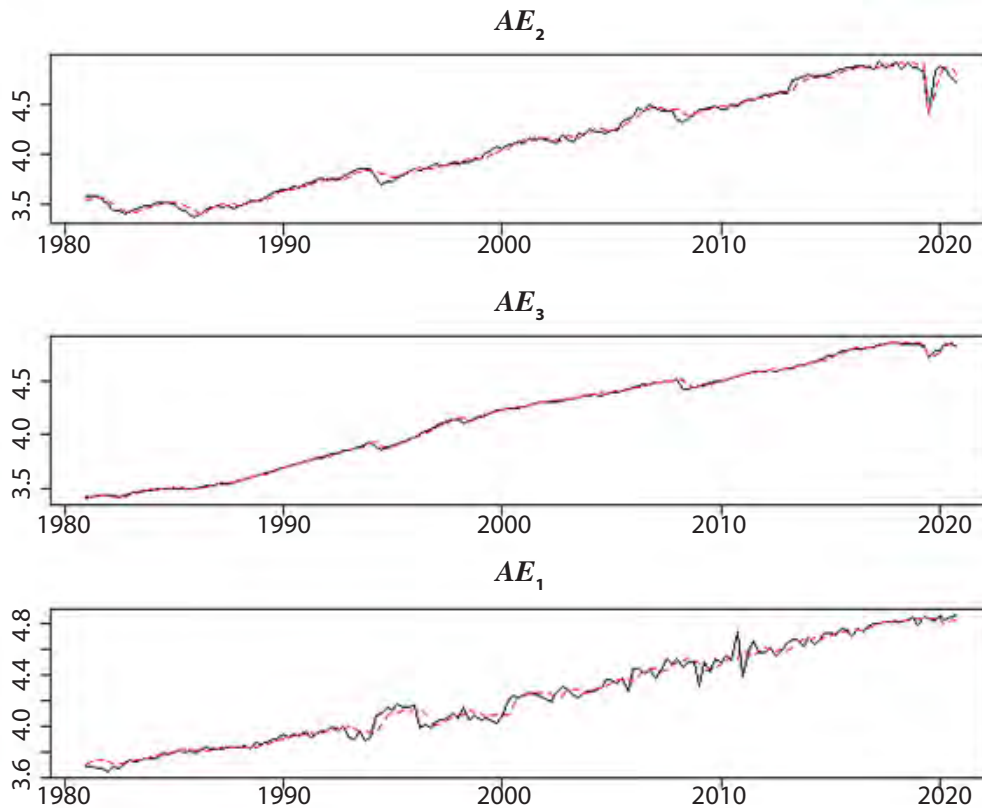
Se puede denotar que, en todos los casos, el coeficiente de corrección de error es significativo

y positivo, lo cual indica que la relación de largo plazo mostrada en el cuadro 5 es convergente, aunque esto se logra de manera lenta. Ello quiere decir que, cuando existe un desequilibrio de corto plazo, la convergencia a la relación de largo plazo se da de manera muy pausada. El coeficiente de la COVID-19 es significativo para las actividades secundarias y terciarias, no así para las primarias, situación que habíamos visualizado en la gráfica 1, lo cual indica que la producción agrícola, pecuaria y silvícola de la entidad fue resiliente ante la pandemia. Los coeficientes de corto plazo señalan que la industria y los servicios dependen de sus variaciones pasadas, mientras que las actividades primarias parecen estar en una dinámica exógena en el corto plazo debido a que solo sus rezagos son significativos.

Para resumir la capacidad explicativa del modelo, las gráficas 2 muestran los resultados del ajuste del VEC resumido en el cuadro 6.

Gráficas 2

**Ajuste del modelo VEC**



ITAAE líneas negras y el ajuste las rojas punteadas.

Apreciamos que el ajuste de las actividades terciarias y secundarias es mucho mayor que para las primarias. Específicamente, las bondades de ajuste estimadas nos dan valores de 0.95 para las  $AE_2$  y  $AE_3$  y 0.93 para las  $AE_1$ . Lo anterior nos permite concluir que la capacidad explicativa del modelo es alta. Para corroborar estos resultados en términos de la significancia estadística, es necesario confirmar que los residuales del modelo estén bien comportados. Las gráficas 3 muestran el comportamiento de dichos errores a través del tiempo.

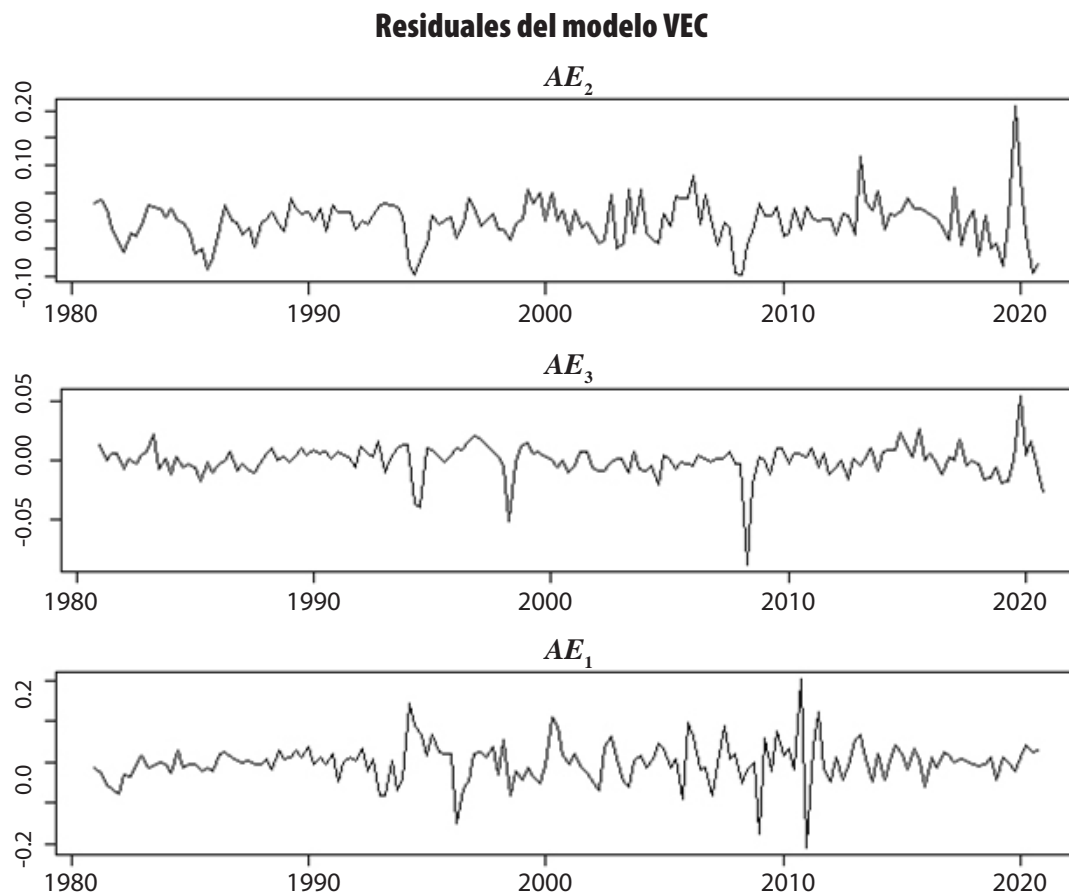
Se puede ver que los residuales no exhiben comportamientos de autocorrelación y/o varianzas que vayan cambiando a través del tiempo, sin embargo, realizando las pruebas analíticas, se concluye que existe ligera autocorrelación debido a que la prueba multivariada que diagnostica este fenómeno genera un  $p$ -valor de 0.03. Por otra par-

te, sí podemos concluir que no hay efecto heterocedástico condicional, dado que no rechazamos la hipótesis nula de no presencia del fenómeno ARCH, lo anterior al obtener un  $p$ -valor de 0.13.

Sin embargo, podemos concluir de manera razonable que los residuales, aunque ligeramente autocorrelacionados al hacer el análisis gráfico, no muestran patrones claramente definidos de autocorrelación, por lo que la explicación realizada al modelo VEC es adecuada.

Aunque el VAR es cointegrado, es decir, la representación VEC es la adecuada para expresar el modelo VAR, con fines exploratorios se realizan pruebas de causalidad de Granger para concluir sobre la posible capacidad predictiva de las actividades económicas. Los resultados se muestran en la siguiente subsección.

Gráficas 3



### 3.3. Prueba de causalidad de Granger

Es claro que los modelos VAR estacionarios son los adecuados para realizar las pruebas de causalidad de Granger; caso contrario, se debería adecuar una versión no estacionaria. Sin embargo, como se comentó anteriormente, para fines exploratorios, las estimamos usando un VAR(3). Los resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7

#### Pruebas de causalidad de Granger; $p$ -valores

Variable	$p$ -valor
$AE_2$	0.00
$AE_3$	0.03
$AE_1$	0.21

Nótese que obtenemos la misma conclusión que lo visualizado en el modelo VEC resumido en el cuadro 6, pues las actividades primarias son no causales, lo cual quiere decir que están inmersos en otra dinámica económica, al menos en el corto plazo.

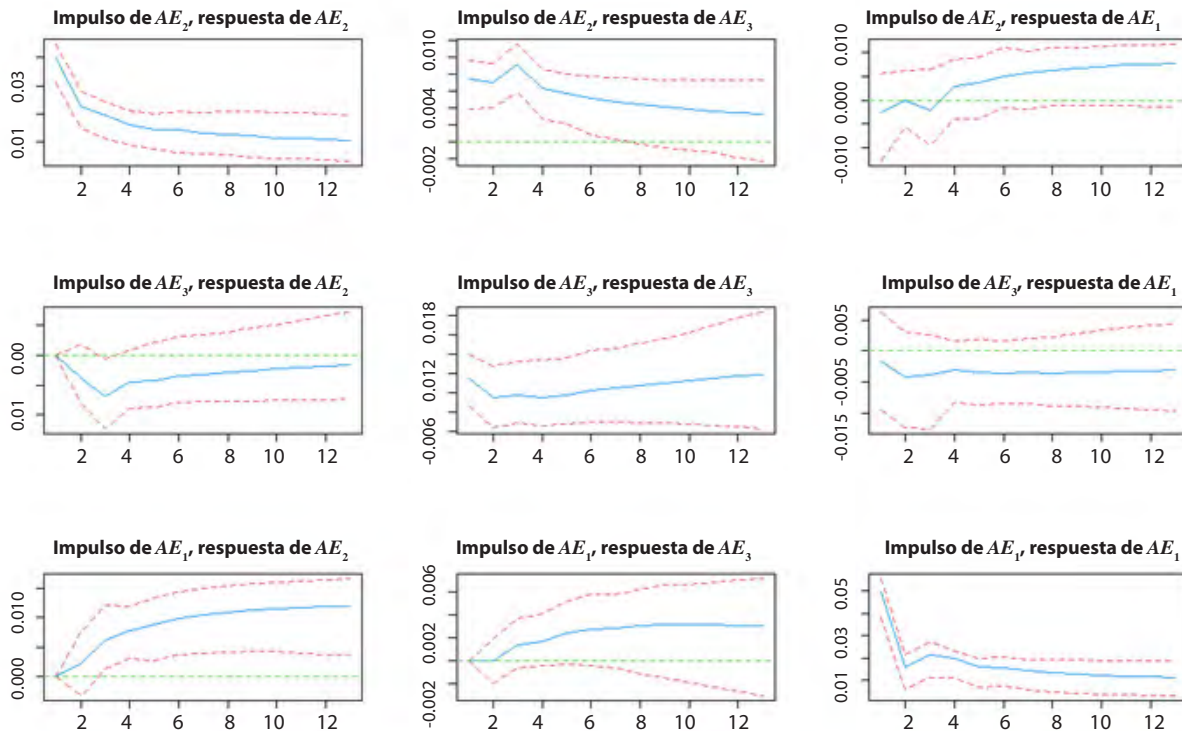
### 3.4. Funciones de impulso-respuesta

Para concluir el análisis estructural, se estiman las funciones de impulso-respuesta para diagnosticar cómo un choque aleatorio en algunos de los sectores tiene un impacto en el resto de la economía. Las gráficas 4 resumen los resultados.

Resulta interesante observar cómo un impulso en las actividades secundarias tiene un efecto permanente en el mismo sector, mientras que para los servicios se desvanece a los seis trimestres y tiene una consecuencia nula en las primarias. Por otra parte, un choque aleatorio de los servicios afecta solo al mismo sector, mientras que uno en las actividades primarias tiene un resultado duradero en la industria y en ellas mismas. En todos los casos, los efectos significativos tienden a ser positivos, lo cual implica que, ante la presencia de un impacto aleatorio en alguna AE, tienden a incentivar la economía en general o, en su defecto, ser nulos.

Gráficas 4

#### Funciones de impulso-respuesta con intervalos de confianza a 95 %



## 4. Conclusiones y líneas futuras

La alta disponibilidad de información que abarcaron las series de tiempo trimestrales desde el primero de 1981 al tercero del 2021 para Aguascalientes a nivel actividad económica permitió analizar de manera conjunta las interrelaciones en el tiempo, por lo que fue posible desentrañar cómo se incentivan entre sí cada una de las AE en el corto y largo plazo. En conclusión, el análisis de las dinámicas entre las tres en la entidad revela que están cointegradas. Al normalizar para las actividades industriales, se observa una relación positiva tanto entre las primarias como los servicios con las secundarias, siendo estas últimas las más importantes en la relación de largo plazo.

Haciendo énfasis en el corto plazo, concluimos lo siguiente: los coeficientes indican que la industria y los servicios dependen conjuntamente de sus variaciones pasadas, mientras que las actividades primarias parecen estar en una dinámica exógena en el corto plazo, ya que sus rezagos son significativos. Asimismo, la variable exógena de la COVID-19 mostró que la industria y los servicios se vieron muy afectados, lo que no ocurrió con las primarias. Por último, los residuales del modelo VEC no presentan problemas de autocorrelación ni heteroscedasticidad condicional, lo cual indica que los errores estándar de los coeficientes están correctamente estimados.

Con base en la evidencia y el estudio realizado, se corrobora entonces que las AE están relacionadas en el corto y largo plazo. Tomando en consideración los resultados del análisis de causalidad de Granger, una política específica puede ser que, para mantener o incrementar el nivel económico de Aguascalientes, se deben llevar a cabo acciones que permitan a la industria continuar con el ritmo de crecimiento que ha mantenido los trimestres previos a la pandemia. Esto, a su vez, incentivaría el crecimiento económico tanto de las actividades primarias como de los servicios.

Como líneas futuras, pretendemos incluir más desagregaciones sectoriales y/u otras variables de actividad económica estatales con el fin de analizar posibles efectos regionales. Por último, desta-

camos que este análisis es fácilmente generalizable para otras entidades federativas.

## Fuentes

- Aguayo, L. E. y L. Álvarez-Baeza. "Análisis econométrico del sector servicios en las regiones de México 1993-2001", en: *Investigación Económica*. 66(261), 2007, pp. 35-60.
- Aguilar-Arriaga, M. G. y A. K. López Becerril. *Matriz de Insumo-Producto del estado de México para el año 2008*. Tesis de licenciatura. Toluca, estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México, 2018.
- Corona, F. y J. López Pérez. "Una evaluación econométrica de la retropolación de la actividad económica estatal de México", en: *Estudios Económicos*. 35(2), 2020, pp. 193-212.
- Davidson, J. E., D. F. Hendry, F. Srba y S. Yeo. "Econometric Modelling of the Aggregate Time-Series Relationship Between Consumers' Expenditure and Income in the United Kingdom", en: *Economic Journal*. 88, 1978, pp. 661-692.
- Engle, R. y C. Granger. "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", en: *Econometrica*. 55(2), 1987, pp. 251-276 (DE) <http://dx.doi.org/10.2307/1913236>.
- García-Balderas, J. F. *Regionalización de la Matriz Insumo-Producto Aguascalientes 2003*. Tesis de maestría. Aguascalientes, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2011.
- García-Fernández, F., G. Walle-Flores y A. Galván-Vera. "Identificación de subsectores estratégicos y flujos intersectoriales a partir de la Matriz de Insumo-Producto del estado de Tamaulipas, México", en: *Análisis Económico*. 35(88), 2020, pp. 209-238.
- Guerrero, V. M. y F. Corona. "Retropolación hasta 1980 del PIB trimestral de México por entidad federativa y gran actividad económica", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 9(3), 2019, pp. 111-136.
- INEGI. *Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAE)*. Banco de Información Económica (BIE). México, INEGI, 2021 (DE) <https://www.inegi.org.mx/temas/itae/>, recuperado el 10 de febrero de 2022.
- \_\_\_\_\_. *Matriz de Insumo-Producto*. México, INEGI, 2022 (DE) <https://www.inegi.org.mx/temas/mip>.
- Johansen, S. "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", en: *Econometrica*. 59 (6), 1991, pp. 1551-1580 (DE) <http://dx.doi.org/10.2307/2938278>.
- Osterwald-Lenum, M. A. "Note with Quantiles of the Asymptotic Distribution of the Maximum Likelihood Cointegration Rank Test Statistics<sup>1</sup>", en: *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 54 (3), 1992, pp. 461-472 (DE) <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1992.tb00013.x>.
- Torre-Cepeda, L., J. Alvarado-Ruiz y M. Quiroga-Treviño. *Matrices Insumo-Producto Regionales: una aplicación*. Documento de trabajo. Banco de México, 2017.

# ***Pérdida y desperdicio de alimentos*** en el estado de Hidalgo, México, 2021

## ***Food Loss and Waste*** in the State of Hidalgo, Mexico, 2021

Aníbal Terrones Cordero, Juan Roberto Vargas Sánchez y Zeus Salvador Hernández Veleros\*

Comida desechada y estropeada en un montón de basura./Astria0860.



\* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), [anibal\\_terrones@uaeh.edu.mx](mailto:anibal_terrones@uaeh.edu.mx), [juanroberto\\_vargas@uaeh.edu.mx](mailto:juanroberto_vargas@uaeh.edu.mx) y [zeus\\_hernandez@uaeh.edu.mx](mailto:zeus_hernandez@uaeh.edu.mx).

En el marco de la Agenda 2030, el gobierno de México expresó su compromiso en reducir a la mitad la pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) para el 2030 con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria. El objetivo de esta investigación fue estimar la PDA en 14 unidades agrícolas (productores de granos y hortalizas) y 45 establecimientos (tiendas de autoservicio, restaurantes, misceláneas, minisúper, carnicerías) en el estado de Hidalgo mediante el diseño y aplicación de cuestionarios a las unidades de análisis en el marco de la Encuesta sobre Residuos Alimenticios y Materia Orgánica durante 2021 con información del 2020 utilizando la plataforma *Survey Solution*. Los establecimientos registraron un desperdicio promedio de 5.85 % y en el caso de las unidades agrícolas, 10.49 %, totalizando 16.34 por ciento. Para reducir la pérdida en estas últimas, se requiere control de plagas (mosca blanca y araña roja) y enfermedades (tizón tardío y cenicilla) y para disminuir el desperdicio, es necesario la creación de bancos de alimentos y planeación en la distribución. Bajar la PDA contribuye a la sustentabilidad alimentaria y mejora las condiciones de vida de los productores agrícolas.

**Palabras clave:** desperdicio de alimentos; establecimientos; unidades agrícolas; pérdida de alimentos.

Recibido: 21 de abril de 2023.  
Aceptado: 20 de junio de 2023.

## Introducción

La Agenda 2030 considera lineamientos relacionados con el fomento de las prácticas productivas y consumo responsables tendientes a lograr progreso económico, desarrollo social y cuidado ambiental. La sustentabilidad alimentaria, entendida como la producción y distribución de alimentos sin afectación al medioambiente, requiere de la atención a los problemas de pérdida y desperdicio de alimentos (PDA). Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el número 12, *Producción y consumo responsables*, contiene la meta 12.3, que indica: "Para 2030, reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos per cápita en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de produc-

Within the framework of the 2030 Agenda, the Mexican government expressed its commitment to halve Food Loss and Waste (FWL) by 2030 in order to contribute to food security. The objective of this research was to estimate the FWL in 14 Agricultural Units (grain and vegetable producers) and 45 Establishments (self-service stores, restaurants, miscellaneous, mini-supermarkets, butcher shops) in the State of Hidalgo, through the design and application of questionnaires to the units of analysis in the framework of the Survey on Food Waste and Organic Matter (SFWOM), during 2021 with information from 2020, using the Survey Solution platform. Establishments recorded an average wastage of 5.85% and in the case of agricultural units 10.49%, totaling 16.34%. To reduce losses in the latter, control of pests (whitefly and red spider mite) and diseases (late blight and ash) is required, and to reduce wastage, it is necessary to create food banks and plan distribution. Reducing the FWL contributes to food sustainability and improves the living conditions of agricultural producers.

**Key words:** food waste; establishments; agricultural units; food waste; food loss.

ción y distribución, incluidas las pérdidas posteriores a las cosechas". Por otro lado, el 2 de los ODS, *Hambre cero*, tiene la meta 2.1: "Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones vulnerables, incluidos los lactantes, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año" (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, por sus siglas en inglés, 2015).

En el 2020, entre 720 millones y 811 millones de personas en el mundo padecían hambre (subalimentadas), en promedio 768 millones, que representaron un aumento de 118 millones en relación con el 2019. Una cifra superior a la mitad (418 millones) se ubicaba en Asia y más de un

tercio (282 millones), en África, acentuado por la pandemia de la COVID-19; México registró 9 millones 200 mil personas (FAO *et al.*, 2021).

De acuerdo con Alfonso (2016), la pérdida de alimentos es la disminución cualitativa y cuantitativa de estos destinada al consumo humano durante el proceso productivo, en tanto que el desperdicio es su disminución asociada al comportamiento de los vendedores mayoristas y minoristas, servicios de venta de comida y consumidores.

Las pérdidas se dan en las etapas de producción, postcosecha y procesamiento de los alimentos dirigidos al consumo humano; empíricamente, son aquellas que se dan desde la cosecha, el sacrificio o la captura hasta el nivel minorista, pero sin considerarlo (HCD, 2019).

El desperdicio de alimentos está relacionado con el ámbito del consumidor y las pérdidas, con cualquier fase anterior a este (HLPE, 2014). La venta del minorista produce desperdicio de productos perecederos, como hortalizas, frutas, carne, productos lácteos, alimentos cocinados u horneados, mariscos y pescados. En Estados Unidos de América (EE. UU.), el que se dio en establecimientos fue de 10 % y en Noruega, de 18 % (Buzby *et al.*, 2014).

Lo anterior ocurre en las últimas etapas de la cadena productiva, y corresponden a la comercialización y el consumo; es decir, a nivel de venta al por menor y consumo. Los piensos y las partes no comestibles no son pérdida o desperdicio de alimentos (FAO, 2019).

En esta investigación, de acuerdo con FAO *et al.* (2022), la pérdida de alimentos corresponde a la cantidad de productos alimenticios, comestibles para personas que, directa o indirectamente, salen por completo de la cadena de producción o suministro, posterior a la cosecha o el sacrificio y hasta antes de la venta al menudeo que, al ser desechados, incinerados o retirados, no vuelven a ingresar al circuito del mercado con ningún otro propósito, como alimento animal y uso industrial. De manera concreta, se considera pérdida cuando esta

ocurre a lo largo de la cadena de suministro en las etapas de cosecha, recolección y sacrificio, pero no incluyen a los minoristas ni el consumo final, y por desperdicio se refiere a la disminución de la cantidad o calidad de los alimentos como resultado de las decisiones y acciones de estos, los servicios alimentarios y los consumidores, por lo que ya no serán aptos para ser consumidos. La PDA conlleva el desperdicio de agua, tierra e insumos, y ha generado contaminación (de agua, suelo y aire por el uso de agroquímicos, así como de agua y aire por tirar alimentos en mal estado).

En América del Norte, la PDA ha ocasionado 193 millones de toneladas de dióxido de carbono por emisiones de gases de efecto invernadero en rellenos sanitarios, 17 600 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de agua consumida, 22.1 millones de hectáreas (ha) de tierras de cultivo desperdiciadas, 3.94 millones de toneladas (t) de fertilizantes aplicados y 278 mil millones de dólares perdidos al año. Para el cumplimiento de las metas 12.3 y 2.1, los países deben considerar lo siguiente: es necesario conocer la cantidad de alimentos que se desperdician, así como las causas y en qué parte de la cadena de suministro se ubican, además de claridad de los objetivos de la reducción de la PDA en el ámbito del medioambiente o seguridad alimentaria (FAO, 2019).

Las primeras estimaciones de la FAO enfatizaban que se perdía o desperdiciaba una tercera parte de alimentos a nivel mundial por año. Con el fin de tener un cálculo más preciso sobre la PDA, la FAO obtuvo, en el 2019, el Índice de Pérdidas de Alimentos (IPA), que representa el porcentaje de la pérdida, que fue de 14 %, lo cual indica que ese porcentaje del valor económico de estos se perdía desde la producción hasta antes de llegar al nivel minorista en el mundo por año; por su parte, la Organización de las Naciones Unidas (ONU)-Medio Ambiente está preparando el Índice de Desperdicio de Alimentos (IDA) que completará al IPA; este permitirá tener información más exacta sobre la pérdida y el desperdicio de alimentos a nivel mundial, así como dar seguimiento a la consecución de la meta 12.3 (FAO, 2019).

La disminución de la PDA se considera una medida adecuada para la reducción de costos de producción, incrementar la eficiencia en el sistema alimentario, mejorar la nutrición y la seguridad alimentaria, además de que propicia la sostenibilidad ambiental (Basilico y Figueroa, 2020; FAO *et al.*, 2022).

Las causas de la PDA son variadas en el transcurso de la cadena de suministro alimentario. En particular, los problemas más comunes en el sector agrícola se relacionan con tiempos inadecuados de cosecha, condiciones climáticas, plagas y enfermedades, prácticas aplicadas en la cosecha y manipulación, almacenamiento inadecuado y problemas en la comercialización de los alimentos. A nivel minorista, tiene que ver con la vida útil limitada, la variabilidad de la demanda, así como con el tamaño y la forma del producto (FAO, 2019).

La COVID-19 afectó la salud, los medios de subsistencia y las economías de las naciones durante el 2020 y 2021. La inseguridad alimentaria (con sus cuatro dimensiones: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad) se ha visto afectada por diversos motivos y con diferenciación acentuada en países y regiones. En Chad (África), la producción agrícola se ha deteriorado debido a la degradación ambiental, las sequías y la desertificación, sitio donde la agricultura representa el sustento de vida de su población, y la inseguridad alimentaria severa afectó a 32.80 % de sus habitantes en el 2020 y que combinada con la moderada significaron 71.40 %; los elevados niveles de esta en la República Democrática del Congo fueron debido a inundaciones, plagas, baja financiación, dificultades de acceso a la ayuda humanitaria por el cierre de fronteras, conflictos sociales y el aislamiento ocasionado por las medidas preventivas de la COVID-19: la severa incidió en 38.50 % de la población que junto con la moderada totalizaron 69.20 %; en Etiopía impactó a 21.20 % de las personas que en combinación con la moderada representaron 55.10 %, ello debido a la disminución de lluvias por debajo de la media nacional, plagas, tensiones políticas y por los efectos de la pandemia, que frenó la economía y provocó el aumento de los

precios de los alimentos; en Nigeria, la severa fue en 45.20 % de su población, y con la moderada acumularon 76.70 %, esto por la pérdida de empleos, incremento de precios de alimentos y colapso en los sistemas de salud y educación, lo que generó un aumento de 270 millones de pobres (Boero *et al.*, 2021).

Para el caso de América Latina, la inseguridad alimentaria severa en El Salvador fue para 11.30 % de sus habitantes en el 2020 (sumada con la moderada representó 55.60 %) debido a los efectos de la pandemia de la COVID-19, la cual ocasionó una baja del Producto Interno Bruto (PIB) de 8.70 % atribuible a la contracción de la demanda agregada en los mercados internacionales, disminución de las remesas y a los impactos negativos en las iniciativas de reducción de la pobreza; en Guatemala, la inseguridad alimentaria aumentó debido a los efectos de la pandemia, lo que afectó a 21.10 % de la población, el PIB per cápita real disminuyó 3.50 % y 1 millón de personas adicionales padecieron pobreza monetaria, es decir, un incremento de 6 %; en Haití, la severa incidió en 48.80 % de sus habitantes que combinada con la moderada significaron 82.70 %, ello debido a problemas económicos (disminución del crecimiento económico de 3.10 % e inflación elevada) y dificultades políticas e institucionales (Boero *et al.*, 2021).

Para contribuir con la seguridad alimentaria y sustentabilidad ambiental, los bancos de alimentos representan una alternativa para disminuir la PDA y, con ello, lograr la producción agropecuaria sustentable. Estos son instancias sin fines de lucro que reciben excedentes de alimentos de productores, empresas y comercios para donárselos a individuos u organizaciones que lo necesitan (Basilico y Figueroa, 2020). La Red de Bancos de Alimentos de México (Red BAMX) es una organización de la sociedad civil conformada por 53 unidades a nivel nacional que recogen productos en toda la cadena de valor y los distribuyen a 1 718 446 personas en más de 8 mil comunidades y a más de 1 500 instituciones (Red BAMX, 2023).

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2022),



la pobreza en México representaba 43.90 % de la población (55 654 200 personas), mientras que la extrema significaba 8.50 % (10 millones 793 mil habitantes) y 22.50 % no tenía acceso a la alimentación nutritiva y de calidad (28 millones 600 mil individuos). En este contexto, la PDA contribuye a profundizar los problemas de abasto de alimentos y deterioro del medioambiente, por lo que una reducción ayudará a fomentar la sustentabilidad alimentaria. Por ello, ante situaciones de desabasto, deterioro ambiental y la meta *Hambre cero* surgió la necesidad de estimar la PDA en el país mediante la aplicación de la Encuesta sobre Residuos Alimenticios y Materia Orgánica (ERAMO), con el apoyo metodológico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

En su prueba piloto se consideraron 18 entidades federativas, seleccionando para esta investigación a Hidalgo, que se encuentra dentro de los cinco estados más pobres de México. Ante esto, las interrogantes fueron: ¿cuánto fue la PDA en el estado de Hidalgo, México, en el 2020? y ¿cuáles fueron las causas? El objetivo fue estimar la pérdida de alimentos en unidades agrícolas y el desperdicio de

estos en establecimientos, así como conocer el origen de la PDA en esa entidad aplicando la ERAMO durante el 2021 con información del 2020.

## ERAMO

Para estimar la PDA en las 18 entidades federativas de México, en particular en el estado de Hidalgo, se formaron tanto el Comité Técnico como el Grupo Interdisciplinario de Expertos de la ERAMO, con el apoyo metodológico del INEGI. La capacitación y realización de la Encuesta fue coordinada por el Instituto. Enseguida se describen las diferentes acciones para el cumplimiento del objetivo planteado.

### Comité Técnico y Grupo Interinstitucional de Expertos de la ERAMO

En marzo del 2021 se constituyó el Comité integrado por 16 investigadores e investigadoras de 13 instituciones de educación superior de México, las cuales se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1

### Instituciones de educación superior de México participantes en la ERAMO

Nombre de la institución	Sigla/Acrónimo
Instituto Politécnico Nacional	IPN
Tecnológico Nacional de México	TecNM
Universidad Autónoma de Zacatecas	UAZ
Universidad Autónoma de Coahuila	UAdeC
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C.	CIATEJ
Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria	CEDRSSA
Universidad Autónoma de Nuevo León	UANL
Universidad Autónoma Chapingo	UACH
Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz	COLPOS
Instituto Tecnológico de Celaya	ITC
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	UNICACH
Universidad Politécnica Victoria Tamaulipas	UPV
Universidad Autónoma de Baja California	UABC

Fuente: elaboración propia con datos del Comité Técnico de la ERAMO-INEGI (2021).

Además, participaron la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX), la Red Temática 12.3 y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

El Grupo Interinstitucional de Expertos de la ERAMO estuvo conformado por 17 personas de cuatro instituciones: la SEMARNAT, SEGALMEX, la UAdeC y el INEGI, cuyas funciones fueron realizar la capacitación y coordinar tanto las actividades del Comité Técnico como la aplicación de la Encuesta.

### **Capacitación e implementación de la ERAMO**

Las entidades federativas donde se realizó la Encuesta son: Baja California, Coahuila de Zaragoza, Chihuahua, Nuevo León, Guerrero, Tamaulipas, Veracruz de Ignacio de la Llave, Chiapas, Quintana Roo, Ciudad de México, Hidalgo, México, Michoacán de Ocampo, Guanajuato, Jalisco, Yucatán, Tlaxcala y Zacatecas.

Durante septiembre y octubre del 2021 se llevó a cabo la capacitación a encuestadores por parte del Grupo Interinstitucional, quienes eran estudiantes de las instituciones de educación superior participantes. En octubre y noviembre se aplicó la Tercera Prueba Piloto en las 18 entidades federativas con la coordinación del INEGI y participación tanto del Comité Técnico como del Grupo de Expertos.

Intervinieron 600 entrevistadores y 70 supervisores en la realización de 2 412 entrevistas completas y validadas (1 962 cuestionarios de establecimientos y 450 de unidades agrícolas), las cuales se llevaron a cabo con el uso de dispositivos electrónicos (teléfono celular o *tablet*) de manera virtual, y presencial en algunos casos, empleando la plataforma *Survey Solution*, alojada en el servidor de Amazon Web Services del Banco Mundial.

El cuestionario denominado *Establecimientos* se aplicó en unidades económicas (45 en total) de

los sectores secundario (agroindustria) y terciario (tiendas de autoservicio, misceláneas, restaurantes, fondas, pollerías, carnicerías, etc.) captando información del desperdicio de alimentos, las cuales se obtuvieron del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) con datos del 2019 (INEGI, 2022). Debido a las restricciones de movilidad causadas por la COVID-19, estas se eligieron considerando que estuvieran lo más cercanas al domicilio de los encuestadores para mayor éxito de respuesta. Las sesiones del este instrumento de captación son: identificación tanto de la unidad económica como de los productos de esta (número de personal ocupado, origen y destino del producto y registro de la PDA); productos de la unidad económica (nombre de estos, cantidad de PDA, así como causa y destino de la PDA); y bancos de alimentos, redes alimentarias y percepción ambiental (conocimiento de esas instancias, campañas para reducción de la PDA, prácticas de higiene y medidas preventivas para la reducción de la PDA e impacto ambiental).

El cuestionario *Agropecuario* se aplicó en unidades con actividad agrícola y/o pecuaria; para el caso de Hidalgo, solo se obtuvo información de las agrícolas, que se consideraron como todas aquellas superficies cultivadas y cosechadas por productores dentro de un municipio. Está integrado por cuatro sesiones: la primera permite identificar las unidades de producción, la segunda contiene información relacionada con la producción y la PDA, la tercera considera los bancos de alimentos y redes alternativas y la cuarta hace referencia a productores que venden sus productos a SEGALMEX a través de sus centros de acopio y de Leche Industrializada CONASUPO, S. A. de C. V. (LICONSA).

Las unidades de producción agrícola y/o pecuaria se obtuvieron de directorios compartidos de productores, instituciones participantes y centros tanto de acopio como de distribución y sacrificio. Para el caso de Hidalgo, las 14 analizadas se eligieron considerando las relaciones de vinculación con los productores agrícolas, ya que existen vínculos estrechos de colaboración constante.

## Resultados

Estos hacen referencia a los dos tipos de cuestionarios aplicados mediante la ERAMO; en primera instancia se analizaron los hallazgos encontrados en los 45 establecimientos y, posteriormente, los obtenidos en las 14 unidades agrícolas.

## Establecimientos

De los cuestionarios aplicados a las unidades económicas, 24 fueron en Mineral de la Reforma; 10, en Pachuca de Soto; ocho, en Tizayuca; uno, en Actopan; uno, en Agua Blanca de Iturbide; y uno, en Atitalaquia. Los resultados indican que los establecimientos consultados ofertaron 31 productos alimenticios. (ver Anexo 1), y los más comercializados, por monto de ventas, son tortilla de maíz con 18.59 %, seguida por la mezcla de alimentos preparados, carne de cerdo y huevo, representando 16.29, 8.85 y 8.01 %, respectivamente.

Ahora bien, según el tamaño de las empresas, de acuerdo con el INEGI (2009), una micro cuenta con 0 a 10 empleados, mientras que una pequeña tiene de 11 a 60 en la industria y los servicios, y de 11 a 30 en el comercio. El tipo de negocio define la cantidad de desperdicio, así como el volumen de compra y venta del producto. En este marco, los establecimientos analizados en Hidalgo se caracterizan por ser micro y pequeñas empresas. En los municipios estudiados, 43 contaban con uno a cinco trabajadores que representaron 95.70 %; de las 45 unidades económicas, 97.80 % eran micro y el resto, pequeñas (ver cuadro 2).

Los establecimientos vendían alimentos, en su mayoría, para consumo humano. De ellos, 71.11 % (32) solo para personas, seguido de cinco que ofrecían su producto para consumo humano en 95 % y el resto, para animales (ver cuadro 3).

La información acerca de la existencia de bancos de alimentos es importante, pues ayuda a la

Cuadro 2

### Tamaño de la empresa en establecimientos en Hidalgo

Municipio	Establecimientos		
	Con uno a cinco trabajadores	Con seis a 10 trabajadores	Con 11 a 30 trabajadores
Actopan	1		
Agua Blanca de Iturbide	1		
Atitalaquia	1		
Pachuca de Soto	9		1
Mineral de la Reforma	23	1	
Tizayuca	8		
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: elaboración propia con datos del Comité Técnico de la ERAMO-INEGI (2021).

Cuadro 3

### Consumo humano y animal en establecimientos en Hidalgo

Establecimientos (número)	Consumo humano (%)	Consumo animal (%)
32	100	0
5	95	5
4	90	10
2	80	20
1	98	2
1	50	50

Fuente: elaboración propia con datos del Comité Técnico de la ERAMO-INEGI (2021).

utilización del producto alimenticio que no es vendido por el establecimiento en un tiempo determinado. En este sentido, los resultados indican que 66.67 % (30 unidades) tenía conocimiento de esas instancias, pero como no operan en la región, su producto no vendido se desperdiciaba, de ahí ese imperioso requerimiento para su efectiva utilización. Además, 80 % de los informantes no contaba con información sobre campañas para reducir la PDA (Comité Técnico de la ERAMO-INEGI, 2021); ante esto, surge también la necesidad de diseñar e implementar campañas gubernamentales que fomenten el buen aprovechamiento de los alimentos.

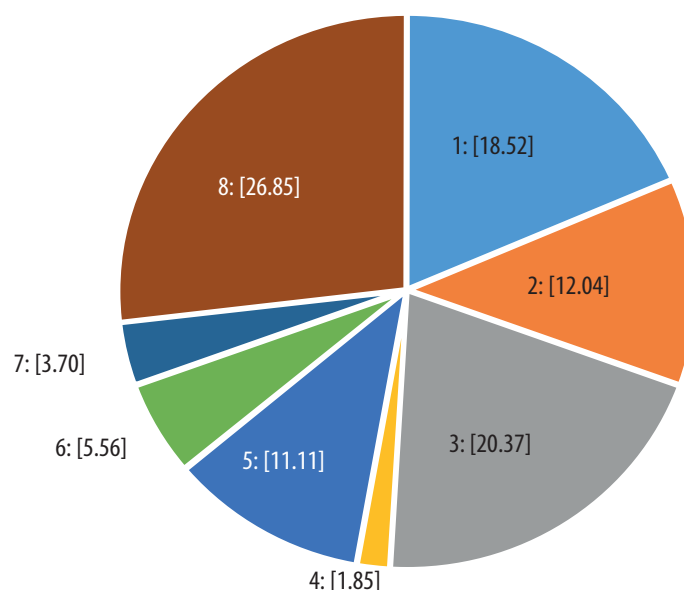
En relación con el desperdicio, de los 875.42 kg desaprovechados por mes, el de la mezcla de alimentos preparados fue de 216.60 kg, que representó 24.74 %, seguida por tortilla de maíz (19.65 %), jitomate y/o tomate verde (12.79 %) y carne de cerdo (12.45 %). En términos relativos, respecto a la cantidad manejada, la lechuga registró el ma-

yor con 15.38 %, siguiéndole jitomate y/o tomate verde (13.10 %), mezcla de alimentos preparados (9.26 %), carne de cerdo (8.58 %) y pescado (7.81 %). De los 31 productos estudiados, el promedio mensual de desperdicio fue de 5.85 %, es decir, 10 505.04 kg de alimentos con un valor de 523 344 pesos en el 2020 (ver Anexo 1).

La gráfica muestra las principales causas del desperdicio de alimentos de los establecimientos en Hidalgo. Se observa que la principal es el deterioro debido a factores no antrópicos, seguido por la disminución de ventas, fecha de caducidad y descomposición por acciones antrópicas (entendidas como los efectos ocasionados por la actividad humana, como no selección de productos, cortes inadecuados de aquellos de origen animal y exceso de raciones de comida a clientes en restaurantes y fondas). Los problemas de comercialización y fecha de caducidad también fueron determinados por la FAO (2019) y FAO *et al.* (2022) como causas a nivel mundial.

#### Gráfica

**Causas del desperdicio de alimentos en establecimientos en Hidalgo**  
(porcentaje)



1: disminución de clientes y ventas; 2: fecha de caducidad; 3: deterioro debido a factores no antrópicos; 4: merma; 5: deterioro debido a factores antrópicos; 6: sobrantes y restos alimenticios; 7: partes no comestibles; 8: no aplica.

Fuente: elaboración propia con datos del Comité Técnico de la ERAMO-INEGI (2021).

## Unidades agrícolas

Se analizaron 11 productores con 14 unidades de producción ubicadas en siete municipios del estado de Hidalgo: Huasca de Ocampo, Metepec, Acaxochitlán, Tulancingo de Bravo, Epazoyucan, Tecozautla y Actopan. La superficie cosechada osciló entre 1 y 19 ha (un total de 50). De las unidades agrícolas, 72.70 % manifestó que no tenía conocimiento sobre la existencia de los bancos de alimentos, por lo que es necesario su creación y la difusión de centros de acopio en la región con el fin de disminuir la pérdida (ver cuadro 4).

Los cultivos que se analizaron en las 14 unidades son jitomate/tomate rojo, maíz grano, frijol, avena y pimienta. En relación con el volumen de producción, el primero fue el más importante, pues registró 2 mil t, representando 94.58 % del total, seguido por maíz grano (82 t) y pimienta (25 t). La mayor pérdida se observó en el jitomate/tomate rojo con 213.6 t (95.19 % del total), al que le siguieron maíz grano (8.6 t) y pimienta (1.5 t). En cuanto al porcentaje promedio de pérdidas por producto, el jitomate/tomate rojo registró 10.68 siguiéndole maíz grano (10.49), avena (9.52), frijol (8.93) y pimienta (6), cuya media de los cinco productos analizados fue

de 10.49 con un valor total de 1 973 416.00 pesos (ver Anexo 2), proporción inferior a la estimada por la FAO (2019) de la pérdida de alimentos al año a nivel mundial, que fue de 14 por ciento.

Los productores manifestaron que los motivos se atribuyen a la presencia de plagas (mosca blanca y araña roja) y enfermedades (tizón tardío y cenicilla), cosecha y transporte de producto inadecuados, para el caso de jitomate y pimienta, y a factores meteorológicos adversos, como la falta de lluvias, cosecha y transporte de producto inadecuados e incidencia de plagas y enfermedades, para avena, frijol y maíz grano, causas también encontradas por la FAO (2019) y FAO *et al.* (2022) en el orden global.

## Conclusiones

Los establecimientos que se consideraron en este trabajo para determinar el desperdicio de alimentos en el estado de Hidalgo son micro y pequeñas empresas, cuyos principales productos que manejan son: tortilla de maíz, mezcla de alimentos preparados, carne de cerdo, hortalizas, pescados y huevo. Los que registraron mayor porcentaje

Cuadro 4

### Superficie cosechada y conocimiento sobre bancos de alimentos en unidades agrícolas en Hidalgo

Municipio	Superficie (ha)	Conocimiento sobre bancos de alimentos
Huasca de Ocampo	11	No
Metepec	8	Sí
Metepec	1	No
Acaxochitlán	19	No
Tulancingo de Bravo	1	No
Epazoyucan	1	Sí
Metepec	1	No
Tecozautla	1	No
Acaxochitlán	2	Sí
Metepec	2	No
Actopan	3	No
<b>Total</b>	<b>50</b>	

son: lechuga, jitomate, mezcla de alimentos preparados, carne de cerdo y pescado, atribuible a factores no antrópicos, disminución de ventas y fecha de caducidad. Ante esto, se requiere planificar la compra y venta para reducir el desperdicio.

Los productos de las unidades agrícolas que registraron mayor pérdida son: jitomate/tomate rojo, maíz grano y avena, atribuible a la presencia de plagas y enfermedades, cosecha inadecuada y falta de lluvias. Ante esto, es pertinente un adecuado control de plagas, planeación para la cosecha del producto usando herramientas modernas y diseños de sistemas de captación de agua pluvial para satisfacer la demanda hídrica del cultivo en tiempo de ausencia de lluvias.

Es necesario el diseño y la implementación de estrategias gubernamentales para la difusión de campañas informativas sobre la importancia de bancos de alimentos, además del fortalecimiento de las relaciones de cooperación entre centros de producción y distribución con el fin de contribuir a la reducción de la PDA y, con ello, disminuir la demanda de agua en la producción de alimentos, coadyuvar al mejoramiento del medioambiente, mejorar los niveles de ingresos de los productores del campo y lograr la seguridad alimentaria. Tales estrategias ayudarán al cumplimiento de la meta 2.1 del ODS 2 *Hambre cero*.

La ERAMO resultó ser un instrumento útil para un diagnóstico de la PDA en Hidalgo. Dentro de las limitaciones del presente trabajo se tienen: a) resultó ser no representativa, pues solo se incluyeron seis municipios de la entidad para establecimientos y siete para unidades agrícolas de un total de 84 municipios que integran el estado, por lo que se requiere tomar en cuenta a todos y analizar también las unidades pecuarias para mayor representatividad y b) no considera el desperdicio de alimentos en los hogares. Ante esto, es pertinente el estudio de nuevas líneas de investigación, como: i) su desperdicio en las viviendas de México y ii) estimación del IPA e IDA en el país.

## Fuentes

- Alfonso, Ó. "Observatorio Hambre Cero: el diseño de instituciones contra la pérdida y el desperdicio de alimentos", en: Documentos de Trabajo núm. 54. Bogotá, Facultad de Economía, Universidad Externado de Colombia, 2016 (DE) <https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2021/02/DDT-54.pdf>.
- Basilico, N., & D. Figueroa. "Los bancos de alimentos y su rol en el contexto de la pandemia del COVID-19", en: *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 30(55): e20965, 2020 (DE) [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2395-91692020000100136](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692020000100136).
- Boero, V., C. Cafiero, F. Gheri, A. W. Kepple, J. Rosero, & S. Viviani. *Access to food in 2020. Results of twenty national surveys using the Food Insecurity Experience Scale (FIES)*. Roma, FAO, 2021 (DE) <https://doi.org/10.4060/cb5623en>.
- Buzby, J., H. Wells, & J. Hyman. *The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States*. EIB-121, US Department of Agriculture, Economic Research Service, 2014 (DE) [https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/43833/43680\\_eib121.pdf](https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/43833/43680_eib121.pdf).
- Comité Técnico de la ERAMO-INEGI. *Encuesta sobre Residuos Alimenticios y Materia Orgánica (ERAMO) 2021. Prueba piloto*. México, Comité Técnico de la ERAMO-INEGI, 2021.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). *Medición de la pobreza en México*. México, CONEVAL, 2022 (DE) [https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza\\_2020.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx).
- Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición (HLPE). *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles. Un informe del HLPE del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*. Roma, HLPE, 2014 (DE) <https://www.fao.org/3/i3901s/i3901s.pdf>.
- Honorable Cámara de Diputados (HCD). *Almacenamiento rural y desperdicio de alimentos en México*. México, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y Soberanía Alimentaria (CEDRSSA), 2019 (DE) <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2018/CD005726.pdf>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)*. México, INEGI, 2022 (DE) <https://www.inegi.org.mx/app/download/?ti=6>.
- \_\_\_\_\_. *Micro, pequeña, mediana y gran empresa. Censos Económicos 2019*. México, INEGI, 2019 (DE) [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2009/doc/minimonografias/m\\_pymes.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2009/doc/minimonografias/m_pymes.pdf).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Roma, FAO, 2015 (DE) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>.

\_\_\_\_\_. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos.* Roma, FAO, 2019 (DE) [fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf](https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Organización Mundial de la Salud (OMS), Programa Mundial de Alimentos (PMA) y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021. Transformación de los sistemas alimentarios en aras de la seguridad*

*alimentaria, una nutrición mejorada y dietas asequibles y saludables para todos.* Roma, FAO, 2021 (DE) <https://www.fao.org/3/cb4474es/cb4474es.pdf>.

\_\_\_\_\_. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles.* Roma, FAO, 2022 (DE) <https://www.fao.org/3/cc0639es/cc0639es.pdf>.  
Red de Bancos de Alimentos de México (Red BAMX). Centro Nacional de *Acopio y Distribución.* México, Red BAMX, 2023 (DE) <https://bamx.org.mx/>.

## Anexos

Anexo 1

Continúa

### Desperdicio de alimentos en establecimientos en Hidalgo

Producto	Cantidad manejada por mes (kg)	Desperdicio por mes (kg)	Desperdicio (%)	Desperdicio por mes (pesos)
Galletas y cereales	75.25	3.00	3.99	210
Pan blanco y dulce	782.50	31.95	4.08	1 230
Pan de caja	21.00	1.00	4.76	30
Tortilla de maíz	2 669.00	172.00	6.44	2 250
Carne de cerdo	1 270.00	109.00	8.58	1 550
Carne de res	450.00	15.00	3.33	1 200
Embutidos (jamón, salchicha...)	286.00	17.00	5.94	1 357
Pollo	560.00	28.00	5.00	900
Mariscos	70.00	5.00	7.14	4 000
Pescado	320.00	25.00	7.81	4 800
Huevo	1 150.00	33.00	2.87	1 060
Leche (todo tipo)	801.84	17.68	2.20	280
Aceite vegetal	55.26	0.00	0.00	0
Manteca de cerdo	23.00	1.00	4.35	15
Aguacate	325.00	19.00	5.85	970
Cítricos (limón, naranja)	12.00	0.00	0.00	0
Manzana	82.00	6.00	7.32	225
Papaya	190.00	10.00	5.26	80
Plátano	120.00	3.00	2.50	30
Cebolla	57.00	3.00	5.26	80
Chile (todos tipos)	12.00	0.00	0.00	0
Frijol	30.00	1.00	3.33	25
Jitomate y/o tomate verde	855.00	112.00	13.10	360
Lechuga (todo tipo)	13.00	2.00	15.38	60
Papa	22.00	1.00	4.55	25

### Desperdicio de alimentos en establecimientos en Hidalgo

Producto	Cantidad manejada por mes (kg)	Desperdicio por mes (kg)	Desperdicio (%)	Desperdicio por mes (pesos)
Azúcar, dulces, chocolate	25.00	0.00	0.00	0
Miel y sus derivados	14.40	0.00	0.00	0
Refrescos, jugos o néctares envasados	900.10	17.19	1.91	100
Mezcla de alimentos sin procesar	400.00	0.00	0.00	0
Mezcla de alimentos preparados	2 339.20	216.60	9.26	20 675
Café	425.00	26.00	6.12	2 100
<b>31 productos</b>	<b>14 355.55</b>	<b>875.42</b>	<b>Media: 5.85</b>	<b>43 612</b>
<b>Anual</b>	<b>172 266.60</b>	<b>10 505.04</b>		<b>523 344</b>

Fuente: elaboración propia con datos del Comité Técnico de la ERAMO-INEGI (2021).

## Anexo 2

### Superficie, producción y pérdida de alimentos en Hidalgo

Producto	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Pérdida (t)	Pérdida (%)	Pérdida (pesos)
Jitomate/tomate rojo	5	550.0	55.0	10.00	495 000
Maíz grano	6	22.0	2.6	11.82	9 646
Jitomate/tomate rojo	2	230.0	20.0	8.70	180 000
Jitomate/tomate rojo	1	115.0	12.6	10.96	113 400
Frijol	4	5.6	0.5	8.93	10 000
Avena	1	2.1	0.2	9.52	110
Maíz grano	20	60.0	6.0	10.00	22 260
Jitomate/tomate rojo	1	110.0	14.3	13.00	128 700
Jitomate/tomate rojo	1	115.0	13.8	12.00	124 200
Jitomate/tomate rojo	1	120.0	15.6	13.00	140 400
Pimiento	1	25.0	1.5	6.00	9 000
Jitomate/tomate rojo	2	20.0	24.0	12.00	216 000
Jitomate/tomate rojo	2	230.0	25.3	11.00	227 700
Jitomate/tomate rojo	3	33.00	33.0	10.00	297 000
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>2 114.7</b>	<b>224.4</b>	<b>Media: 10.49</b>	<b>1 973 416</b>

Fuente: elaboración propia con datos del Comité Técnico de la ERAMO-INEGI (2021).



# **Competitividad** de las entidades federativas mexicanas en el siglo XXI

## **Competitiveness** of Mexican States in the 21st Century

**Kurt Unger Rubín\***

Este trabajo retoma el análisis de la competitividad económica de las 32 entidades federativas del país para el 2018. Seleccionamos 72 actividades que dan cuenta de 98.6 % del total nacional. La estimamos con base en dos dimensiones: la productividad laboral y los salarios. El resultado más destacado es que se mantienen los dos grupos de estados categorizados en cuanto a condiciones de competitividad. Los competitivos siguen siendo los mismos para sumar 13 con una estructura económica competitiva, más productiva y diversificada. No obstante, respecto al movimiento de algunas entidades dentro del grupo competitivo, lo principal es que no hay un proceso amplio de convergencia en el tiempo.

**Palabras clave:** especialización; concentración; productividad; competitividad; estados.

**Clasificación JEL:** J24, D24, L25, R12.

**Recibido:** 17 de mayo de 2023.

**Aceptado:** 18 de agosto de 2023.

This paper takes up the analysis of the economic competitiveness of the 32 federal entities of the country for 2018. We selected 72 activities that account for 98.6% of the national total. We estimate it based on two dimensions: labor productivity and wages. The most outstanding result is that the two groups of states categorized in terms of competitiveness conditions are maintained. The competitive ones remain the same to add 13 with a competitive, more productive and diversified economic structure. However, with respect to the movement of some entities within the competitive group, the main thing is that there is no broad process of convergence over time.

**Key words:** specialization; concentration; productivity; competitiveness; states.

**JEL Classification:** J24, D24, L25, R12.

\* Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), kurt.unger@cide.edu.

**Nota:** agradezco la muy atinada asistencia de Raúl Cepeda y Melina Mendoza en la preparación de los análisis de estadística, elaboración de mapas y selección de las referencias.



Mapa digital de la red de México. Línea de conexión abstracta y punto. / grebeshkovmaxim.

## Introducción

Este trabajo continúa en la línea de otro anterior (ver Unger, 2017) para extender el análisis del 2013 al 2018. Se pretende identificar las características de la competitividad económica de los estados de México que definen las ventajas reveladas de cada uno y las implicaciones de las tendencias en el tiempo que consolidan el liderazgo de unos pocos en clara evidencia en contra de la hipótesis de convergencia relativa al promedio nacional entre regiones del país. La atención se orienta en las 32 entidades considerando la trayectoria productiva y competitiva de las principales actividades de cada una, su relación con la dotación disponible de recursos naturales locales y con las potencialidades que pueden ofrecer para atraer a las nuevas inversiones de empresas

en el marco de la globalización en marcha. Dicho conocimiento podría servir para dirigir el desarrollo futuro y la promoción de las nuevas inversiones, siempre que puedan complementarse con las acciones de política regional para motivar a un mejor uso de los recursos revelados en cada región.

Partimos de distinguir entre actividades, como los servicios y comercios que tienden a desarrollarse cerca de cada mercado o conjunto de población, y grupos de estas relacionadas entre sí, es decir, los que se desarrollan sobre todo bajo el liderazgo de productos y servicios regionalmente especializados y concentrados en pocas localidades (por principio guiados y urgidos de competitividad para resistir presiones de competencia o para cumplir en mercados de exportación).

La competitividad se analiza en función de dos parámetros fundamentales: la productividad laboral y los salarios. Nos proponemos la distinción de estados en relación con dos criterios: a) las entidades según sus condiciones de competitividad —competitivas y no competitivas— y b) las vocaciones de producción que explican en cada una los resultados de productividad y salarios.

Se identifican varios tipos de estados: los industrializados en frontera muy orientados a las exportaciones y aquellos que despegan recientemente con éxito en centro-occidente; en otras entidades, el logro podría ser con base en un recurso abundante o el atractivo de naturaleza turística, aunque en la mayoría de estas no se han desarrollado aún derramas locales significativas. Todavía más de la mitad de los estados muestran condiciones de rezago muy considerables.

La motivación de fondo refiere a rebatir la noción de alcance en la competitividad de las regiones como ley natural de la evolución económica de un país. Sin pretender aludir al debate sobre modalidades de convergencia, discusión ampliamente documentada desde la década de los 90, el propósito de este trabajo es analizar su desarrollo en los diferentes estados mexicanos como evidencia de que, con muy pocas excepciones, no existen cambios sustantivos en el ordenamiento de estos durante los últimos 20 años. Las excepciones de convergencia relativa al interior del grupo de entidades competitivas tal vez quedarán mejor explicadas por el éxito muy puntual de proximidad a otras que les comparten derramas productivas. En las experiencias de otras naciones se observan patrones similares. Un caso de interés particular acerca del tema en Europa se encuentra en Diemer *et al.* (2022).<sup>1</sup>

Aun así, el desempeño en esas situaciones de éxito no puede entenderse sin tomar en cuenta la base técnico-industrial, comercial o turística

heredada por décadas, como otros autores han comprobado oportunamente en entornos de Europa (Rodríguez-Posé, 2000) y de América (Bristow, 2011).

El ejercicio se compone de tres secciones, así como de un resumen y conclusiones. Se inicia con la identificación de las actividades importantes que responden por una alta proporción de la producción nacional y de cada estado. La segunda es de naturaleza conceptual, que define los dos indicadores que integran la medida de la competitividad: la productividad laboral y el salario relativo; en este apartado se observan las tendencias de especialización relativa de las entidades en ciertas actividades y su relación con los resultados de competitividad. La tercera estima las ventajas de una diversificación productiva sólida y estable entre actividades competitivas relacionadas entre sí, cuya integración conduce a una mejor estabilidad económica ante oscilaciones bruscas en el tiempo. Al final subrayamos las implicaciones para una política industrial, con base en competitividades sustentables.

## Actividades principales en los estados del país

Como se anticipó, el punto de partida es un ejercicio previo que ahora se propone extender a los Censos Económicos 2019.<sup>2</sup> Ahora se trata de explicar la dinámica económica de las entidades atendiendo a la competitividad de las actividades más destacadas en cada una.

El objetivo último es subrayar el grado de congruencia entre las ventajas competitivas sectoriales reveladas en las entidades con las prioridades de política de desarrollo para impulsar las vocaciones regionales. Para ello, se relacionan las estimaciones de la competitividad de los estados en relación con sus actividades económicas más importantes (ramas censales a tres dígitos).

<sup>1</sup> Otras referencias para Europa incluyen Anonni y Dijkstra (2013) y Potter (2009). Sobre México, pueden consultarse Cermeño *et al.* (2009), Ibarra y Trejo (2014) y Unger (2017), entre otros autores de una larga lista que han trabajado sobre los distintos tipos de convergencia.

<sup>2</sup> Programa estadístico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Información referida al 2018.

Para seleccionarlas, se aplicó como criterio que estas hubieran generado, por lo menos, 0.5 % del Valor Agregado (VA) en al menos un estado del país. Esto, con la finalidad de representar los sectores<sup>3</sup> que son importantes y comparables entre entidades.

La medición estuvo centrada en 72 actividades económicas a tres dígitos que en el 2018 abarcan 98.6 % del Valor Agregado total, un poco más de los porcentajes de años previos. Estas sumaron cada una más de 0.01 % del VA nacional e incluían rubros importantes de los sectores de manufacturas, infraestructura, comercio y servicios<sup>4</sup> que integran los Censos Económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía desde décadas atrás.

Tal como en otros países (ver Yülek, 2018), las manufacturas en México son también el sector más importante en la mayoría de los estados, aunque en algunos casos van perdiendo terreno ante el terciario. La literatura reciente acerca de la complejidad económica también las ubica como detonantes del liderazgo competitivo de naciones y regiones (ver Hidalgo y Hausmann, 2014; Castañeda *et al.*, 2020). Asimismo, los estudios de innovación privilegian, de igual manera, el papel de las manufacturas (OCDE, 2021; Bonvillian y Singer, 2018). En esencia, estas muestran una amplia variedad de formas en las que se traduce la organización industrial de las distintas actividades, destacadamente por desarrollar los mercados industriales con estructuras de competencia diversas. Entre ellas, la mayoría es controlada por pocas empresas grandes en oligopolios nacionales e internacionales. Muchas de las otras pertenecen a mercados más competidos, para los cuales el tamaño de las firmas pierde significancia. El turismo y los servicios financie-

ros son otros tipos de mercado que hacen a ciertos estados muy sensibles a su particular desempeño.

En general, se aprecia en cada entidad una mezcla peculiar de sectores y actividades tradicionales junto con otras de más reciente desarrollo, lo que se traduce en tendencias poco definidas de la competitividad agregada. Ello ocurre tanto en manufacturas como en otros segmentos económicos. La estimación de los índices de especialización revelada muestra que los de las factorías destinadas a exportar autos y electrónicos serán mayores que en aquellas de otros tipos de producción y del sector terciario. La misma comparación se observará al distinguir entre manufacturas y comercio. En principio, las aportaciones de las actividades del comercio y los servicios se anticipan más limitadas, dado que son menos expuestas a las fuerzas de la competencia en el mercado; ese efecto es más común entre las manufactureras.

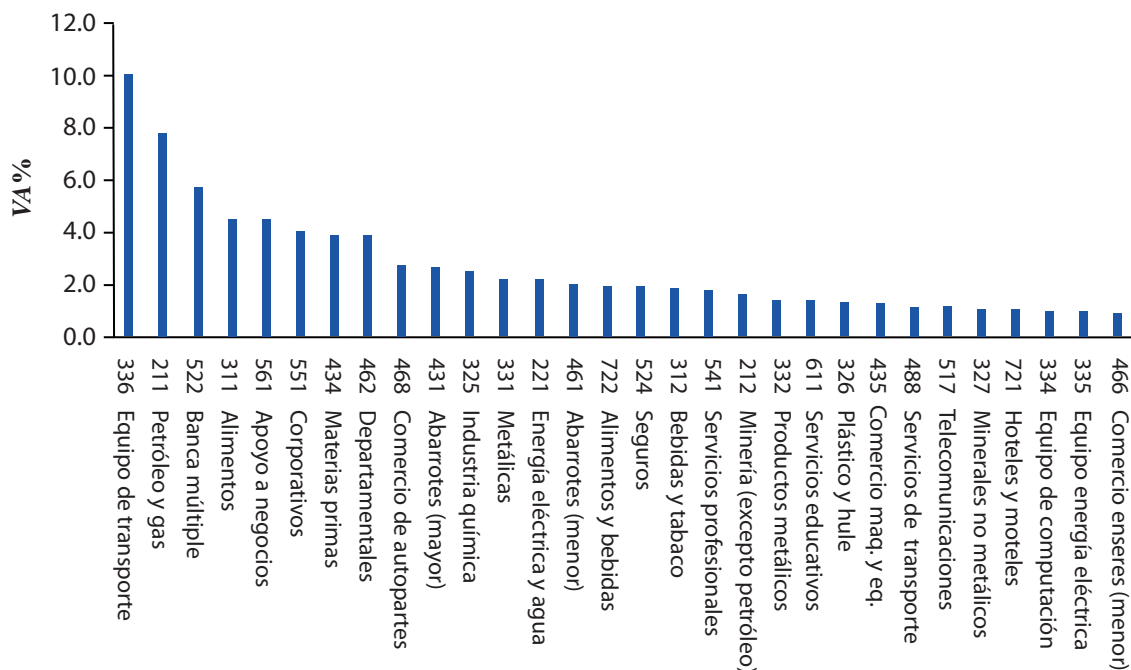
En el plano nacional, la relevancia individual de algunas actividades destacaba por sobre las de la mayoría restante. Las cinco más importantes sumaban 32.7 % del total nacional: la industria automotriz posicionada en el número uno con 10 %; en segundo término, la extracción de petróleo y gas, por otra parte, se contrajo considerablemente hasta 7.8 % en el 2018, reduciendo su participación desde 19 % que llegó a representar en el 2008; las otras tres por encima de 4.5 % nacional son banca múltiple, industria alimentaria y servicios de apoyo a los negocios. Las últimas dos no hacían parte de las principales en años anteriores. Al extender la lista a otras con más de 2.7 % cada una, estaríamos incluyendo a corporativos y comercios de distintos tipos (materias primas, tiendas departamentales, vehículos y abarrotes). La suma de estas cinco y las anteriores acumulaban 50 % del Valor Agregado total. Al considerar las 20 actividades más importantes, se da cuenta de casi 70 % del VA nacional (ver gráfica). Ello significa que muchas otras de poca significancia individual sumaban 30 % del VA restante.

Al observar las actividades de cada estado, los niveles de concentración de las importantes serán naturalmente más altos. El resultado evidente es

<sup>3</sup> Secundario y terciario. El sector primario no es competencia de estos Censos.

<sup>4</sup> La mayoría de las actividades cumple también con el límite de 0.5 % de representación en el agregado nacional. Las excepciones son poco más de una docena listadas al final del cuadro A1 del apéndice del documento de trabajo 599 del CIDE, que no cumplen con ese mínimo del agregado, pero sí alcanzan importancia localmente. Entre ellas las hay de diversos tipos: algunas se repiten con poco peso en diversos estados con similar vocación (e. g., *Mantenimiento de instalaciones recreativas y pesca*, en estados turísticos como Guerrero, Colima, Baja California Sur, Sinaloa y Yucatán). Otras se incluyen por la influencia de una entidad importante en particular (e. g., *Estacionamientos, mensajería y banca central*, todas de relevancia en Ciudad de México).

### Actividades de mayor importancia en VA% nacional, 2018



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2019 (INEGI, 2019).

que cada entidad debe identificar sus especializaciones y orientar sus políticas de desarrollo hacia dichas actividades principales, pues de ellas depende en mayor grado su dinámica. Esto será aún más relevante cuando pocas actividades puedan poner en riesgo al conjunto del estado.

## Competitividad de los estados por ventajas reveladas

La estimación de esta permitirá agrupar a las entidades según sus condiciones de competitividad para orientar medidas de política de desarrollo regional. Por lo general, se confirma la caracterización de un norte homogéneo en lo competitivo en contraste con un sur rezagado y un centro-occidente económicamente maduro que se ha recuperado con éxito. No obstante, hay excepciones en cada extremo que exigen la identificación de las competitividades locales individuales, distinguiendo su origen en el aumento de la productividad

laboral, los salarios y su resultante aproximado, como acopio de capital humano.

Los estudios de la competitividad recogen elementos de diversas teorías económicas, como la organización industrial contemporánea, la geografía económica moderna, la nueva teoría de comercio y las vertientes de tipo institucional.<sup>5</sup> De mayor relevancia para esta investigación son los que le asocian atributos económicos de productividad y capital humano, así como el análisis de estructuras de mercado, especializaciones, dominio de espacios territoriales y grados de comerciabilidad en distintas actividades.

En estas teorías se explican los procesos de crecimiento mediante la distinción entre los sectores, las condiciones de competencia y los rangos sobresalientes de la competitividad económica para

<sup>5</sup> La parte conceptual y de revisión de la literatura de esta sección sigue de cerca una versión que hemos trabajado antes (Unger, 2017), pero se resume a lo más relevante, y se incluyen algunas referencias más actualizadas.

cada situación geográfica y temporal. La literatura más sugerente sobre integración de estructuras de competencia en entornos geográficos muy específicos incluye autores con matices teóricos diferentes, como Krugman (1996), Porter (1990) y Rodrik (2007). En otro conjunto teórico se sitúan los análisis de lo institucional en los que se ubican respecto a México las publicaciones del IMCO (2012), EGAP (2010) y Cabrero (2009)

La idea de externalidades benéficas al agregado impone el término de ventajas competitivas de una región, que son un conjunto de instituciones, políticas públicas y factores que determinan su nivel de productividad; este, a su vez, precisa el nivel de prosperidad económica sustentable en la región (Schwab y Porter, 2007; Annoni y Kozovska, 2010; Egan, 2018).

Para autores como Porter (1992) y Krugman (1991), el concepto más significativo asociado a la competitividad económica es el de productividad, pues refleja la eficiencia en la utilización de los recursos. Esta es determinante para producir estándares crecientes de calidad de vida de los individuos involucrados (Porter, 1992) y es la única forma de mantener la competitividad en el largo plazo (Krugman, 1991). La orientación hacia la competitividad regional en este trabajo sigue el enfoque de Porter; las ventajas competitivas se crean y mantienen en un proceso muy localizado de cercanía geográfica alimentadas por la productividad, y se comparten por la vía de mayores salarios.<sup>6</sup>

El interés por incrementar la productividad no debe opacar el objetivo de transferir ganancias por esta a las personas mediante mejores salarios (Turk, 2004). Dicho lo anterior, este artículo continúa profundizando en la versión de competitividad económica de los estados con referencia a las principales actividades (y no a las características organizacionales o institucionales usuales en otros

6 En este sentido, la productividad y altos salarios corren en la misma dirección, como mencionan Gardiner *et al.* (2004): "Productivity depends both on the value of a nation's products and services [...] and the efficiency with which they can be produced. True competitiveness, then, is measured by productivity. Productivity allows a nation to support high wages, a strong currency and attractive returns to capital, and with them a high standard of living...".

ejercicios, como anteriormente se mencionó). La estimación consiste en integrar dos elementos fundamentales:<sup>7</sup> la productividad laboral relativa a la del país (ventaja revelada de productividad) y el nivel salarial relativo al nacional que se asocia como indicador del empleo de mano de obra con mejor calificación (ventaja revelada salarial).

Esto supone calcular la competitividad de las actividades de cada estado en la comparación de dos factores: a) la estimación de la productividad laboral de cada actividad en la entidad respecto a la misma a nivel nacional,  $(VA/L)^*$ , y b) la comparación del salario promedio de la actividad en la entidad con el promedio salarial nacional de dicha actividad,  $(W/L)^*$ . Ambas medidas en conjunto nos acercan a la competitividad relativa o revelada de la actividad en el estado ( $C^*$ ).<sup>8</sup>

La expresión de suma refleja a ambas ventajas en relación con las actividades de cada entidad. No obstante, puede resultar de interés distinguir la influencia de cada factor (productividad o salario) en el resultado del conjunto, pues habrá casos en los que uno de estos factores es el que predomina en la estimación agregada. Es la situación de los cinco estados de la frontera norte, que se distinguían por ganancias en los salarios que superaban a la productividad relativa.

El Índice Agregado por Actividad en cada estado se define por:

$$C_{act}^* = \left( \frac{VA}{L} \right)^* + \left[ \left( \frac{W}{L} \right)^* - 1 \right] = \left[ \frac{\left( \frac{VA}{L} \right)_{edo}}{\left( \frac{VA}{L} \right)_{país}} \right] + \left[ \left( \frac{\left( \frac{W}{L} \right)_{edo}}{\left( \frac{W}{L} \right)_{país}} \right) - 1 \right]$$

7 Esta es solo una medida de productividad parcial de los factores. Así se puede también calcular la productividad del capital. En oposición, la Productividad Total de los Factores (PTF) mide la de todos estos en conjunto. Sin embargo, el cálculo de la PTF requiere estimaciones de la función de producción, y los datos necesarios generalmente no se encuentran disponibles a nivel regional.

8 Este Índice de Competitividad puede considerarse un símil del Índice de las Ventajas Comparativas Reveladas del Comercio, originalmente desarrollado por Balassa (1965). El mejor resultado anticipado de acuerdo con la literatura revisada será la ganancia de competitividad ( $C^*$ ) por contribución positiva de ambos factores en condiciones de competencia.

$$\left(\frac{VA}{L}\right)_{act}^* = \frac{\left(\frac{VA}{L}\right)_{edo}}{\left(\frac{VA}{L}\right)_{país}} : \text{Competitividad por productividad}$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_{act}^* = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_{edo}}{\left(\frac{W}{L}\right)_{país}} : \text{Competitividad por capital humano (salario)}.$$

La competitividad económica por estado se obtiene, entonces, de la media aritmética del conjunto de actividades de cada uno. La estimación correspondiente es:

$$C^{**}_{Edo} = \frac{\sum_{n=1}^{72} C_{act}^*}{n}.$$

El cálculo de  $C^{**}$  arroja como resultado para el 2018 la distinción de dos grupos de entidades con

condiciones de competitividad muy diferentes entre sí. En el cuadro 1 se distinguen los productivos y que alcanzaban condición de alta competitividad salarial (el grupo I de 13 entidades) y los de menor asociada a poca productividad y bajos salarios (el II de los 19 restantes). Estos números son consistentes en el tiempo, como se verá más adelante.

La clasificación de estos dos grupos se realizó con la técnica de *K-means*.<sup>9</sup> Esta es una reconocida herramienta estadística del análisis de varianzas que permite hacer una comparación no sesgada. Su propósito en este trabajo fue generar dos clústeres que minimizaran las distancias de  $C^{**}$  al interior de cada uno de estos dos grupos mientras se maximizaba la distancia del promedio entre ambos.

<sup>9</sup> La técnica del *cluster analysis* empleando *K-means* consiste en agrupar las observaciones de manera que se consiga reducir la varianza al interior de cada grupo, en tanto que a la vez se maximiza la diferencia entre los promedios de cada grupo.

Cuadro 1

Continúa

### Competitividad, productividad y salarios por estados: ordenamiento y correlaciones de rango (Spearman), 2018

Estado	VA%	$C^{**}$	$(VA/L)^*$	Orden de $(VA/L)^*$	$(W/L)^*$	Orden de $(W/L)^*$
<b>Grupo I. Competitivos y productivos</b>						
Nuevo León	8.84	1.41	1.23	1	1.18	2
Baja California	2.98	1.19	0.98	6	1.20	1
Ciudad de México	23.04	1.17	1.15	2	1.01	7
Querétaro	2.51	1.13	1.08	3	1.05	5
Tamaulipas	2.45	1.12	1.00	4	1.13	3
Coahuila de Zaragoza	4.39	1.03	0.99	5	1.04	6
Chihuahua	2.91	0.99	0.92	11	1.07	4
San Luis Potosí	2.67	0.93	0.96	7	0.97	10
Sonora	3.27	0.92	0.92	12	1.00	8
Aguascalientes	1.55	0.92	0.94	8	0.99	9
Jalisco	5.95	0.85	0.93	9	0.92	12
Guanajuato	4.54	0.81	0.87	14	0.94	11
México	7.78	0.80	0.93	10	0.88	16
Medias <sup>a</sup> I	5.61	1.02***	0.99***		1.03***	
Desviación estándar	5.67	0.18	0.10		0.10	

### Competitividad, productividad y salarios por estados: ordenamiento y correlaciones de rango (Spearman), 2018

Estado	VA %	C**	(VA/L)*	Orden de (VA/L)*	(W/L)*	Orden de (W/L)*
Grupo II. Poco competitivos y bajo salario						
Quintana Roo	1.24	0.71	0.88	13	0.83	18
Baja California Sur	0.49	0.69	0.81	15	0.88	15
Sinaloa	1.35	0.66	0.79	16	0.87	17
Durango	0.94	0.66	0.77	17	0.89	14
Veracruz de Ignacio de la Llave	3.15	0.65	0.76	18	0.89	13
Morelos	0.97	0.57	0.76	20	0.81	20
Yucatán	1.02	0.57	0.74	22	0.83	19
Hidalgo	1.06	0.54	0.76	19	0.79	23
Campeche	5.46	0.48	0.76	21	0.72	27
Michoacán de Ocampo	1.52	0.46	0.68	24	0.78	24
Puebla	2.94	0.45	0.70	23	0.75	26
Zacatecas	0.74	0.45	0.65	25	0.80	21
Colima	0.40	0.40	0.65	26	0.75	25
Tabasco	2.46	0.38	0.59	28	0.79	22
Tlaxcala	0.46	0.29	0.63	27	0.65	29
Nayarit	0.34	0.22	0.56	30	0.66	28
Oaxaca	0.90	0.18	0.58	29	0.60	30
Chiapas	0.70	0.13	0.55	31	0.58	31
Guerrero	0.61	0.03	0.49	32	0.54	32
Medias <sup>a</sup> II	1.41	0.45	0.69		0.76	
Desviación estándar	1.28	0.20	0.10		0.11	
Correlación de rango (Spearman)	(VA/L)* y (W/L)*:	0.92				

<sup>a</sup> Media aritmética. Las medias de los dos grupos de estados son significativamente diferentes (\*\*\*) 1 % de significancia estadística).

Aclaración: Las actividades con C\* desproporcionada se omiten para un cálculo más realista.

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2019 INEGI, 2019; los grupos I y II se forman según la técnica *K-means* de *cluster analysis* con C\*\* 2018.

Las medias de C\*\*, (VA/L)\* y (W/L)\* por cada entidad dieron resultados comparativos y robustos bastante consistentes en el tiempo, como puede verse en el cuadro 2 al cotejar los ordenamientos del 2018 y 2013. La comparación puede resumirse en lo siguiente: hay pocos cambios en cuanto a estados que se tornaban competitivos, pues las trayectorias de vocación productiva no se pueden modificar en pocos años (hubo contadas excepcio-

nes explicables, como el caso de Baja California y Tamaulipas, que apostaron con éxito desde tiempo atrás a la electrónica dada su vecindad con los estados de California y Texas, respectivamente). Para años anteriores (2008 y 2003), destacaban San Luis Potosí y Guanajuato, que eran parte del grupo no competitivo. En cambio, las fortalezas por diversificación se ilustraron bien por entidades como Nuevo León, Querétaro y Ciudad de México, que



al paso de los años han robustecido la competitividad de la economía local.

Los estados competitivos eran 13 al igual que en el 2013, pero una entidad cayó al grupo II y otra salió de ahí: Aguascalientes brincó al I con una subida significativa en  $C^{**}$ , mientras que Baja California Sur terminó descendiendo de nuevo al II.

Al interior de cada grupo también hay diferencias considerables, pues los competitivos se encontraban en el 2018 en un rango amplio que fue desde 1.41 para Nuevo León a 0.80 del estado de México. Entre los no competitivos, el valor resultó todavía más extenso, pues alcanzó desde 0.71 en Quintana Roo hasta 0.03 en Guerrero, como puede verse en el cuadro 2. El ejercicio de *cluster analysis*

Cuadro 2

Continúa

**Las entidades competitivas y poco competitivas: análisis de clúster con competitividad, 2018, 2013, 2008 y 2003**

Estado	$C^{**}$ 2018	$C^{**}$ 2013	$C^{**}$ 2008	$C^{**}$ 2003	$C^{**}\Delta$ (18-03)
<b>Grupo I. Competitivos y productivos</b>					
Nuevo León	1.41	1.24	1.34	1.42	-0.01
Baja California	1.19	1.06	1.18	1.36	-0.17
Ciudad de México	1.17	1.24	1.22	1.16	0.01
Querétaro	1.13	0.94	1.08	0.97	0.16
Tamaulipas	1.12	0.88	0.78	0.75	0.37
Coahuila de Zaragoza	1.03	0.99	0.88	0.89	0.14
Chihuahua	0.99	0.77	0.87	0.99	0.00
San Luis Potosí	0.93	0.79	0.61	0.62	0.31
Sonora	0.92	0.99	1.01	0.78	0.14
Aguascalientes	0.92	0.64	0.67	0.82	0.10
Jalisco	0.85	0.77	0.84	0.75	0.10
Guanajuato	0.81	0.75	0.70	0.61	0.20
México	0.80	0.85	0.85	0.93	-0.13
Medias <sup>a</sup>	1.02	0.92	0.93	0.93	
Desviación estándar	0.18	0.18	0.23	0.26	
<b>Grupo II. Poco competitivos y bajo salario</b>					
Quintana Roo	0.71	0.35	0.52	0.67	0.04
Baja California Sur	0.69	0.77	0.99	0.87	-0.18
Sinaloa	0.66	0.51	0.58	0.55	0.11
Durango	0.66	0.53	0.52	0.50	0.16
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.65	0.70	0.57	0.39	0.26
Morelos	0.57	0.70	0.56	0.75	-0.18
Yucatán	0.57	0.48	0.51	0.42	0.15
Hidalgo	0.54	0.53	0.55	0.42	0.12

### Las entidades competitivas y poco competitivas: análisis de clúster con competitividad, 2018, 2013, 2008 y 2003

Estado	C ** 2018	C ** 2013	C ** 2008	C ** 2003	C ** Δ (18-03)
Campeche	0.48	0.37	0.53	0.39	0.09
Michoacán de Ocampo	0.46	0.25	0.17	0.43	0.03
Puebla	0.45	0.42	0.44	0.53	-0.08
Zacatecas	0.45	0.38	0.26	0.35	0.10
Colima	0.40	0.56	0.5	0.49	-0.09
Tabasco	0.38	0.66	0.56	0.63	-0.25
Tlaxcala	0.29	0.42	0.35	0.60	-0.31
Nayarit	0.22	0.25	0.21	0.20	0.02
Oaxaca	0.18	0.19	0.16	0.22	-0.04
Chiapas	0.13	0.21	0.27	0.23	-0.10
Guerrero	0.03	-0.04	0.05	0.20	-0.17
Medias <sup>a</sup>	0.45	0.43	0.44	0.47	
Desviación estándar	0.20	0.21	0.22	0.19	

<sup>a</sup> Media aritmética. Las medias de los dos grupos de estados son significativamente diferentes (\*\*\*) 1 % de significancia estadística).

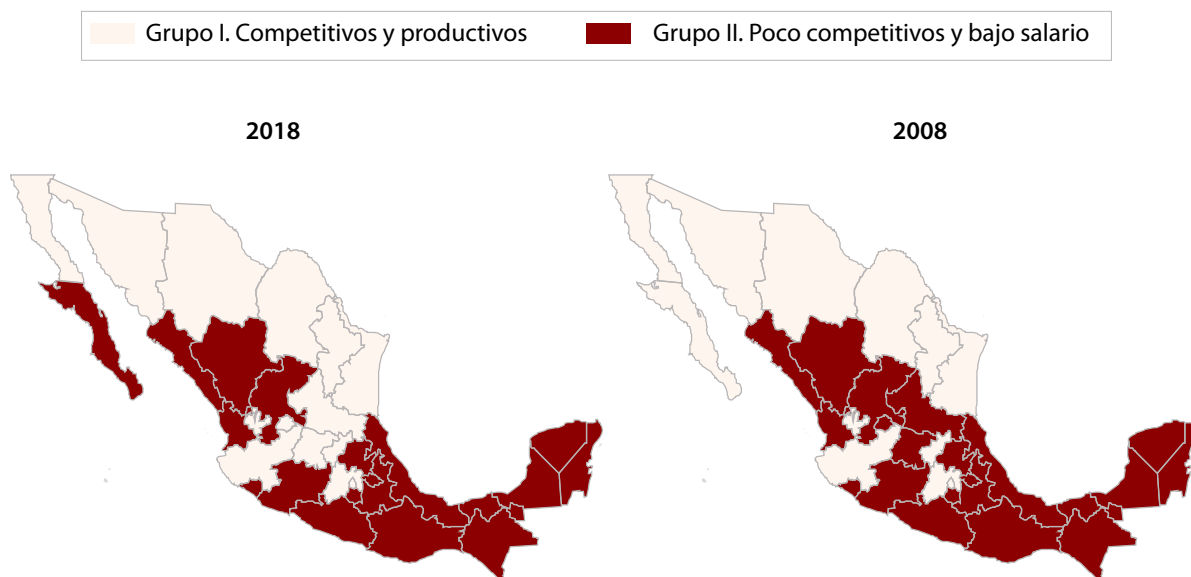
**Fuente:** elaboración propia con datos de los Censos Económicos, ediciones 2019, 2014, 2009 y 2004 (INEGI); los grupos I y II se forman según *cluster analysis* con C\*\* 2018.

con  $(VA/L)^*$  y  $(W/L)^*$  simultáneamente arrojó la misma agrupación de las entidades en los mismos dos cortes anteriores.

Otro rasgo por subrayar para el grupo de los competitivos en el cuadro 2 es la persistencia de los tres estados líderes de la competitividad a través de los años: Nuevo León, Baja California y Ciudad de México se mantenían a la cabeza, como lo muestra el cálculo de C\*\*. Sus trayectorias eran diferentes, pues Nuevo León consolidaba una integración industrial sólida, Ciudad de México era punta indiscutible en una amplia variedad de servicios, incluyendo los relacionados con *Gobierno*, y Baja California destacaba por el éxito de maquiladoras en actividades muy dinámicas, como electrónica, productos metálicos y aparatos eléctricos. Un segundo conjunto exitoso lo integraban tres entidades que consistentemente quedaron entre los primeros de nuestros cálculos: Querétaro, Tamaulipas y Coahuila de Zaragoza, todos con C\*\* mayor a 1.0 en el 2018.

Otros estados competitivos, aunque de menor rango, son Chihuahua, Sonora, Jalisco, México, San Luis Potosí, Aguascalientes y Guanajuato, casi todos ellos accediendo al grupo competitivo desde el 2008 (ver mapas I y II).

No obstante, la evolución de algunos estados es muy incierta, como también se ilustra en el cuadro 2. Por ejemplo, del 2003 al 2018, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro mejoraron notablemente. En cambio, Baja California y México mostraron caídas de su Índice de Competitividad significativas, aún más agudas en este último. En otras palabras, llegar al grupo competitivo no es suficiente condición para mantener el nivel de competitividad. Quintana Roo es, tal vez, el más volátil, pues cayó de 0.52 en el 2008 a 0.35 en el 2013 y repuntó a 0.71 en el 2018. Tal vez más grave fue el descenso en los niveles de competitividad del 2013 al 2018 en entidades tan diversas entre las menos competitivas de por sí: Tabasco, Baja California Sur, Morelos, Chiapas y Guerrero.

Cambio de  $C^{**}$  durante el 2008 y 2018Estados de México por grupo de  $C^{**}$ 

**Nota:** los grupos están formados con *cluster analysis* por *K-means*.  
**Fuente:** elaboración propia con datos del INEGI.

## Especialización y diversificación de actividades competitivas en los estados

En esta sección intentamos probar la hipótesis de que la diversificación virtuosa entre muchas actividades competitivas es más eficiente que la concentración muy especializada en pocas actividades. Es decir, que los estados más competitivos serán aquellos que han desarrollado una estructura productiva diversificada y que contienen más actividades con condiciones de alta competitividad. Esta tendencia se observó también en la versión con datos del 2013 (Unger, 2017), pues esas actividades competitivas a su vez transmitirán al resto dinámicas y exigencias de mayor eficiencia al conjunto.

Considerando el número de actividades con relativa competitividad en cada estado, la evidencia más contundente es que la cantidad de aquellas

muy competitivas ( $C^* > 1.0$ ) era significativamente mayor en las entidades competitivas (promedios de  $33.6 > 11.7$ ). Al considerar otro límite mayor o más exigente para definir a las actividades altamente competitivas ( $C^* > 1.5$ ), la diferencia entre los grupos siguió siendo significativa ( $12.7 > 4.6$ ). En relación con estas dos medidas, el ordenamiento de los estados por número de actividades competitivas se mantuvo con muy alto nivel de correlación (coeficiente =  $0.931^{***}$ , esto es, de la más alta significancia estadística).

En otras palabras, lo anterior se refleja en que los estados competitivos alcanzaban más de un tercio de sus actividades en condiciones de alta competitividad (promedio de casi la mitad de las actividades:  $33.6$  del total de  $72$ ). En algunos casos, la cantidad sobrepasaba la mitad: Nuevo León, Ciudad de México, Baja California, Querétaro, Tamaulipas y Chihuahua tenían entre  $49$  y  $38$  (número de  $C^* > 1.0$ , columna 2 del cuadro 3).

**Actividades competitivas por estado y participaciones en VA%, 2018**

Estado	Act C* > 1.5	Act C* > 1.0	CR1: VA%	CR5: VA%
<b>Grupo I. Competitivos y productivos</b>				
Nuevo León	22	49	10.6	35.6
Baja California	23	40	11.9	36.2
Ciudad de México	18	42	18.3	53.1
Querétaro	14	41	15.0	43.4
Tamaulipas	15	40	10.8	36.8
Coahuila de Zaragoza	15	35	33.0	62.7
Chihuahua	11	38	21.6	42.0
San Luis Potosí	8	25	39.8	57.0
Sonora	7	27	22.3	53.9
Aguascalientes	11	24	46.3	59.3
Jalisco	6	28	10.1	33.6
Guanajuato	6	23	24.5	47.0
México	10	25	12.6	39.6
Medias <sup>a</sup> I	12.77	33.62	0.21	0.46
Desviación estándar	5.48	8.29	0.11	0.10
<b>Grupo II. Poco competitivos y bajo salario</b>				
Quintana Roo	12	21	25.3	59.7
Baja California Sur	11	22	15.5	50.4
Sinaloa	6	21	12.5	37.4
Durango	5	19	17.1	46.4
Veracruz de Ignacio de la Llave	7	18	13.2	45.6
Morelos	4	10	19.3	44.2
Yucatán	4	11	14.5	39.5
Hidalgo	6	12	10.7	35.1
Campeche	5	14	94.0	96.4
Michoacán de Ocampo	2	7	8.7	35.5
Puebla	2	7	29.1	48.8
Zacatecas	6	7	23.7	61.1
Colima	4	11	15.4	45.0
Tabasco	4	13	76.0	89.2
Tlaxcala	5	9	18.3	48.7
Nayarit	0	1	13.6	46.6

**Actividades competitivas por estado y participaciones en VA%, 2018**

Estado	Act C* > 1.5	Act C* > 1.0	CR1: VA%	CR5: VA%
Oaxaca	2	6	15.4	46.7
Chiapas	2	7	15.4	51.6
Guerrero	1	6	11.1	42.2
Medias <sup>a</sup> II	4.6	11.7	0.24	0.51
Desviación estándar	3.08	6.05	0.22	0.16

<sup>a</sup> Media aritmética. Las medias de los dos grupos de estados son significativamente diferentes (\*\*\*: 1 % de significancia estadística).

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2019 (INEGI, 2019).

Lo anterior se complementa con la estimación de economías diversificadas y no especializadas en extremo. El grado de diversificación competitiva se toma de los índices de importancia del VA en las actividades principales, sean la mayor o las cinco más importantes de cada estado (CR1 y CR5 en cuadro 3). En el grupo de los competitivos, los más diversificados quedaron con participación del CR5 por debajo de 40 % del VA estatal; los más destacados en este indicador a la baja son Jalisco (33.6 %), Nuevo León (35.6 %), Baja California (36.2 %), Tamaulipas (36.8 %) y México (39.6 %). El CR1, en estos casos, solió estar alrededor de 10 % del VA. Al otro extremo había todavía estados competitivos altamente concentrados en pocas actividades: Coahuila de Zaragoza (62.7 %), Aguascalientes (59.3 %), San Luis Potosí (57 %) y Sonora (53.9 %), todos ellos muy dominados por la importancia de la industria automotriz, así como Ciudad de México (53.1 %) con marcada especialización en instituciones de crédito, corporativos y servicios de apoyo a los negocios. Ciudad de México y Jalisco son un caso aparte de mucha diversidad y relevancia en actividades terciarias de muy alta competitividad, pues se reconocen como centros regionales comerciales y de servicios especializados que atienden a grandes segmentos de la población, alcanzando considerables economías de escala.

La comparación del grupo de los competitivos con los estados de baja competitividad se resume en que los primeros mostraron una situación más diversificada y compartida, mientras que, en

los segundos, las actividades competitivas eran pocas. Ello no contradice que algunas actividades importantes pueden mostrar de manera excepcional condiciones relativamente competitivas de alta C\*. Es cuestión de reparar en que la principal actividad (indicada por el CR1) en Campeche y Tabasco excedía de 70 % del VA estatal en el 2018, con índices de competitividad alrededor de 2 (petróleo con 1.81 y 2.06, en ese orden). En esos casos, la implicación de política industrial habría sido relativamente simple: cuidar las condiciones de competitividad de unas pocas empresas grandes en rubros de petróleo para evitar los riesgos de exponer todo el estado a oscilaciones no previstas con gran impacto.

## Resumen y conclusiones

En este trabajo se retoma la estimación de la competitividad relativa de los 32 estados mexicanos, extendiendo el periodo de análisis al 2018.

En primer término, se observa que las actividades principales pueden variar según las entidades, aunque en general se da una trayectoria de diversificación de las economías más competitivas. La medición se orientó en 72 actividades que representaban 98.6 % del total del país, conservando también su poder de representatividad para todos y cada uno de los estados.

La estimación de la competitividad consistió en sumar la productividad relativa y los salarios

promedio por entidad, como en ejercicios anteriores se mostró. El resultado es, de nueva cuenta, un grupo de estados competitivos frente a otro de menor competitividad que quedaba rezagado. Los competitivos se caracterizaron por mayores niveles de productividad y también por salarios más altos en tanto que dedicaron más recursos para mejorar su capital humano y asegurar sus ventajas competitivas en el tiempo.

De igual relevancia ha resultado que los estados más competitivos tenían una estructura productiva cada vez más diversificada. Por el contrario, los de menor competitividad, y de manera destacada, los del final de ese grupo dependían en mayor grado de unas pocas actividades que representaban gran significancia en la economía local, y sugerían pocos y menores efectos de derrama a otras actividades. Obviamente, serán entidades de mayor exposición a la evolución de esas pocas actividades importantes.

En el mismo sentido, los 13 estados del grupo más competitivo y productivo desarrollarán mejores condiciones a futuro gracias a sus estructuras productivas más diversificadas, balanceadas y de orientación a mercados más extensos. Las entidades más maduras (como Nuevo León, Ciudad de México, Querétaro, México y Jalisco) quedaron con índices de muy alta diversificación competitiva y generalmente con menor especialización relativa. Otro grupo con índices de alta concentración en pocas actividades también alcanzaron condiciones competitivas, como las de la frontera norte, en las que aún se observa una mezcla de actividades tradicionales y otras modernas de reciente arraigo en coexistencia. En algunos de esos casos se suele privilegiar algunas actividades más competitivas, tanto en la proporción que significan de estas como en el valor de la producción que representan; ejemplos de este tipo son Coahuila de Zaragoza, Aguascalientes, San Luis Potosí, Sonora y Ciudad de México.

Estas 13 entidades más competitivas, con estructuras productivas más diversificadas y con niveles de productividad y salarios altos que se derraman

hacia entornos cercanos tal vez irán creando en el tiempo estructuras más amplias en modalidades de clústeres regionales, tendencias que valdría comprobar en ejercicios futuros. En este sentido, la cercanía cobra relevancia, tal como ya lo mostraron los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro en el Bajío, que se han integrado ante el impulso de ciertos ramos, como el de la industria automotriz.

En resumen, es evidente que las entidades competitivas desarrollan mejores condiciones de productividad y altos niveles salariales. Por el contrario, las 19 con rezago o atraso relativo tienden a compensar la falta de productividad con menores salarios relativos, con el riesgo de quedar atrapados en círculos perversos de escasas posibilidades de desarrollo, es el caso de la mayoría de las del sur-sureste y otras de la costa del Pacífico.

Otro resultado importante es que la evolución comparativa en el tiempo de estos dos grupos de estados mantuvo una diferencia consistente. Puede decirse que la tendencia al alcance de altos niveles en la competitividad fue muy poco frecuente. El *cluster analysis* para 2018-2003 tuvo prácticamente la misma dualidad de entidades, con pocas salvedades. Tal vez más destacado fue el sacrificio de la competitividad en las más rezagadas, esto es, Tabasco, Tlaxcala, Nayarit, Oaxaca, Chiapas y Guerrero, que registraron caídas considerables en el periodo.

Esta línea de análisis confirma, como en otras ocasiones, que las diferencias competitivas entre estados y regiones son significativas y crecientes, pues las condiciones de competitividad se gestan por periodos prolongados. En otras palabras, la productividad sostiene a la competitividad de las entidades competitivas, a la vez que permite incorporar capital humano de más calidad y con altos salarios. Estos resultados de productividad y salarios compartidos ratifican la consolidación de esos estados competitivos en condiciones muy favorables por encima del otro grupo de entidades. La recomendación de política de desarrollo más evidente es que las atrasadas deben poner en

práctica acciones que permitan mejorar ambos indicadores en el tiempo. Dicho de otra forma, no es posible mantenerse de manera pasiva en actividades poco competidas y por castigo a los salarios sin reconocer los obstáculos al desarrollo y al progreso que ello significa.

## Fuentes

- Annoni, P. y K. Kozovska. *EU Regional Competitiveness Index (RCI) 2010*. Bélgica, JRC Publications Repository, European Commission, 2010.
- Annoni, P. y L. Dijkstra. *EU Regional Competitiveness Index (RCI) 2013*. Bélgica, JRC Publications Repository, European Commission, 2013.
- Balassa, B. "Trade Liberalisation and Revealed Comparative Advantage", en: *The Manchester School*. Vol. 33(2). Reino Unido, 1965, pp. 99-123.
- Benzaquen, J., L. A. del Carpio, L. A. Zegarra y C.A. Valdivia. "Un índice regional de competitividad para un país", en: *Revista Cepal*. 102, Chile, 2010, pp. 69-86.
- Bhagwati, J., P. Kishna y A. Panagariya. *The World Trade System: Trends and Challenges*. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos de América (EE. UU.), The MIT Press, 2016.
- Bonvillian, W. y P. Singer. *Advanced Manufacturing - The New American Innovation Policies*. Cambridge, Massachusetts, EE. UU., The MIT Press, 2018.
- Bristow, G. "Territorial competitiveness and local and regional economic development: A classic tale of 'Theory led by policy'", en: Andy Pike, Andrés Rodríguez-Pose y John Tomaney (eds.). *Handbook of local and regional development*. Londres, Reino Unido, Routledge, 2011, pp. 344-355.
- Cabrero, E. (coord.). *Competitividad de las ciudades en México: la nueva agenda urbana*. México, CIDE, 2009.
- Castañeda, G. *Reporte sobre la complejidad económica del estado de Campeche*. México, CIDE, 2016.
- Castañeda, G., L. Mavra y J. L. Lugo. *The Paradigm of Social Complexity*. México, CEEY, 2020.
- Cermeño, R., D. Mayer y A. Martínez. "Convergencia, divergencia y estratificación. Estudio comparativo de la dinámica de crecimiento de la manufactura en los municipios mexicanos y los condados estadounidenses", en: *El Trimestre Económico*. Vol. 76, núm. 302, 2009, pp. 349-378.
- Chien, S. S. e I. Gordon. "Territorial Competition in China and the West", en: *Regional Studies*. Vol. 42, núm. 1, 2008, pp. 31-49.
- Cochrane, A. "Alternative approaches to local and regional development", en: Andy Pike, Andrés Rodríguez-Pose y John Tomaney (eds.). *Handbook of local and regional development*. Londres, Reino Unido, Routledge, 2011, pp. 97-105.
- Diemer, A., S. Iammarino, A. Rodríguez-Pose y M. Storper. "The Regional Development Trap in Europe", en: *Economic Geography*. Vol. 98:5, 2022, pp. 487-509.
- Egan, P. *Globalizing Innovation: State Institutions and Foreign Direct Investment in Emerging Economies*. Cambridge, Massachusetts, EE. UU., The MIT Press, 2018.
- Escuela de Gobierno y Transformación Pública del Tecnológico de Monterrey (EGAP). *La competitividad de los estados mexicanos 2010, fortalezas ante la crisis*. México, ITESM, 2010.
- Fujita, M., P. Krugman y A. Venables. *The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade*. Cambridge, Massachusetts, EE. UU., The MIT Press, 1999.
- Gardiner, B., R. Martin y P. Tyler. "Competitiveness, Productivity and Economic Growth across the European Regions", en: *Regional Studies*. Vol. 38:9, 2004, pp. 1045-1067.
- Gilbert, R. J. *Innovation Matters*. Países Bajos, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2020.
- Hanushek, E. A. y L. Woessmann. *The Knowledge Capital of Nations*. Países Bajos, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2015.
- Hidalgo, C. A., y R. Hausmann. *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. Cambridge, Massachusetts, EE. UU., The MIT Press, 2014.
- Ibarra-Armenta, C. I. y A. B. Trejo-Nieto. "Competencia territorial: un marco analítico para su estudio", en: *Economía, Sociedad y Territorio*. Vol. XIV, núm. 44, 2014, pp. 349-378.
- Instituto Mexicano para la Competitividad, A. C. (IMCO). *Índice de Competitividad Urbana 2012*. México, IMCO, 2012.
- INEGI, *Censos Económicos 2009. Clasificación Industrial de América del Norte SCIAN*. México, INEGI, 2009.
- \_\_\_\_\_. *Censos Económicos 2014. Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)*. México, INEGI, 2014.
- \_\_\_\_\_. *Censos Económicos 2019. Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)*. México, INEGI, 2019.
- Kohler, W. et al. *Developments in Global Sourcing (CESifo Seminar Series)*. Cambridge, Massachusetts, EE. UU., The MIT Press, 2018.
- Krugman, P. *Geography Trade*. Cambridge, Massachusetts, EE. UU., Leuven University Press/The MIT Press, 1991.
- \_\_\_\_\_. *Development, Geography and Economic Theory*. Cambridge, Massachusetts, EE. UU., The MIT Press, 1996.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *Competitive Regional Clusters: National Policy Approaches*. OCDE. 2007 (DE) <https://doi.org/10.1787/9789264031838-en>, consultado el 20 de abril de 2023.
- \_\_\_\_\_. *Entrepreneurship in Regional Innovation Clusters*. OCDE. 2021 (DE) <https://www.oecd.org/publications/entrepreneurship-in-regional-innovation-clusters-2a24a552-en.htm>, consultado el 20 de abril del 2023.
- \_\_\_\_\_. *Clústeres, innovación y emprendimiento*. OCDE. 2011 (DE) <https://www.oecd.org/cfe/leed/clustersinnovacionyemprendimiento.htm>, consultado el 20 de abril del 2023.
- \_\_\_\_\_. *Reviews of Regional Innovation: 15 Mexican States*. OCDE. 2009 (DE) <https://doi.org/10.1787/9789264060135-en>, consultado el 20 de abril del 2023.

- Palan, N. "Working Paper Measurement of Specialization # The Choice of Indices", en: *FIW Working Paper, No. 62*. Austria, 2010.
- Porter, M. *The Competitive Advantage of Nations*. Londres, Reino Unido, MacMillan, 1990.
- \_\_\_\_\_. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Londres, Reino Unido, PA Consulting Group, 1992.
- Potter, J. "Evaluating regional competitiveness policies: insights from the new economic geography", en: *Regional Studies*. Vol. 43, núm.9, 2009, pp. 1225-1236.
- Rodríguez-Posé, A. "Local Production Systems and Economic Performance in Britain, France, Germany and Italy", en: Crouch, C., P. Le Galès, C. Trigilia y H. Voelzkow (comps.). *Local Production System in Europe. Rise or Demise?* Nueva York, EE. UU., Oxford University Press, 2000, pp. 25-45.
- Rodrik, D. *One Economics, Many Recipes: Globalization, Institutions, and Economic Growth*. Nueva Jersey, EE. UU., Princeton University Press, 2007.
- Schwab, K. y M. Porter. *The Global Competitiveness Report 2007-2008*. Ginebra, Suiza, World Economic Forum, 2007.
- Sobrino, J. "Competitividad territorial: ámbitos e indicadores de análisis", en: *Economía, Sociedad y Territorio*. Núm. especial. México, 2005, pp. 123-183.
- Turok, I. "Cities, Regions and Competitiveness", en: *Regional Studies*. Vol. 38, núm. 9, 2004, pp. 1069-1083.
- Unger, K. "Apertura y empleos: la economía de los sectores comerciables y no comerciables de las regiones de México", en: Arroto, J. y S. Berumen (coords.). *Migración a Estados Unidos: Remesas, autoempleo e informalidad laboral*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara/Segob/INM/DGE Ediciones, 2009.
- \_\_\_\_\_. "Evolución de la competitividad de los estados mexicanos en el siglo XXI. ¿Quién gana o pierde?", en: *El Trimestre Económico*. Vol.84, núm. 335, 2017, pp. 645-679.
- Unger, K., D. Flores y J. E. Ibarra. "Productividad y capital humano. Fuentes complementarias de la competitividad en los estados mexicanos", en: *El Trimestre Económico*. Vol. LXXXI, núm. 324, 2014, pp. 909-941.
- Yülek, M. *How Nations Succeed. Manufacturing, trade, industrial policy & economic development*. Singapore, Palgrave/Macmillan, 2018.



# Análisis de la descomposición estructural de la matriz insumo-producto multiestatal de México 2013: efectos intrarregionales, de desbordamiento y de retroalimentación

## Analysis of the Structural Decomposition of Mexico's Multistate Input-Output Matrix 2013: Intra-regional, Inter-regional, and Feedback Effects

Víctor Hugo Hernández García,\* Mario Alberto Mendoza Sánchez\*\* y José Valentín Solís y Arias\*

El objetivo de este artículo es realizar un análisis de la descomposición estructural de las matrices insumo-producto multiestatales de México 2013; para ello, se utiliza la técnica de descomposición aditiva de Stone (1985), que separa a la matriz inversa de Leontief en tres componentes: impactos intrarregionales, de desbordamiento y de retroalimentación. Se propone una generalización del procedimiento de descomposición que permite considerar matrices con más de dos regiones. Los resultados, presentados para siete zonas del país, indican que los efectos interregionales sobre el volumen de producción bruta oscilan entre 7.28 y 19.94 %, que varían en función del tamaño económico de las regiones estudiadas. Se enfatiza que las interdependencias regionales son importantes según el nivel de desarrollo de las áreas geográficas delimitadas.

**Palabras clave:** descomposición estructural; modelo interregional; matrices insumo-producto multirregionales.

Recibido: 8 de junio de 2023.

Aceptado: 1 de septiembre de 2023.

\* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), victor.garcia@inegi.org.mx y valentin.solis@inegi.org.mx, respectivamente.

\*\* Universidad de Sonora, mario.mendoza@unison.mx.

The objective of this article is to carry out an analysis of the structural decomposition of the multi-regional Input-Output Matrices of Mexico-2013. For this, the additive decomposition technique of Stone (1985) is used. It separates the inverse Leontief matrix into three components: intra-regional, inter-regional and feedback impacts. A generalization of the decomposition procedure is proposed, since that allows analyzing matrices with more than 2 regions. The results, presented for 7 regions of the country, indicate that the inter-regional effects on the volume of gross production oscillate between 7.28 and 19.94 percent, which vary depending on the economic size of the regions studied. It is emphasized that regional interdependencies are important according to the level of development of the regions.

**Key words:** structural decomposition; inter-regional model; multi-regional input-output tables.



Mujer vendedora entrega judías verdes al cliente. /MindStorm-inc/iStock.

## Introducción

En la literatura relacionada con el estudio de la economía mexicana se ha posicionado una creciente atención en el análisis regional a través de los modelos multisectoriales basados en matrices insumo-producto (MIP) que estudian las estructuras económicas en escala subnacional. De acuerdo con Isard (1951), el interés en esta línea de investigación surge, principalmente, por la necesidad de cuantificar relaciones de interdependencia sectorial de las ramas económicas que interactúan en la dimensión geográfica.

El desarrollo de este tipo de estudios implica dos desafíos fundamentales: el primero se relaciona con la construcción y/o elaboración de las cuentas económicas estatales desde la perspectiva multisectorial y el segundo, con el tipo de análisis que se desarrolla una vez construidas; así lo documentan los trabajos de investigación en México: Albornoz *et al.* (2021), Alvarado *et al.* (2019), Amaral *et al.* (2020), Asuad (2020), Chapa (2020), Chapa y Ayala (2020), Chiquiar *et al.* (2017), Dávila *et al.* (2015), Dávila y Valdés (2020), Fuentes *et al.* (2018), Gaytán y Vargas (2019) y Torre *et al.* (2017), entre otros.

Recientemente, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) publicó un conjunto de MIP estatales y multiestatales para el 2013 (INEGI, 2022), las cuales constituyen una fuente de información básica para el estudio del sistema regional mexicano desde una perspectiva multisectorial. Representa un avance significativo para la construcción del sistema de cuentas estatales, ya que incluye MIP para cada una de las 32 entidades federativas del país, así como todas las matrices de comercio bilateral interestatal, por lo que se puede analizar el origen y destino de la producción de cada estado. Cabe precisar que esta publicación, de corte experimental, se encuentra entre los pocos estudios relacionados con la construcción de sistemas de cuentas multiestatales en México, entre los que destacan el Sistema Interregional de Insumo-Producto Ajustado (IIOAS, por sus siglas en inglés) propuesto por Amaral *et al.* (2020), el enfoque híbrido (*top-down botom-up*) de Asuad (2020) y el método clásico de Flegg empleado por Dávila *et al.* (2015).

De manera analítica, el estudio estructural de sistemas multirregionales puede resultar trivial cuando los efectos económicos de una región hacia otra no son importantes, así lo constataron las primeras investigaciones sobre el tema (Miller, 1966, citado en Miller y Blair, 2022). No obstante, los impactos interregionales pueden ser muy distintos en función del tamaño del espacio económico estudiado y su capacidad para suministrar todos los insumos necesarios para habilitar el funcionamiento de su estructura productiva. En este contexto, este documento busca responder la pregunta: ¿qué tan significativos son los efectos multiplicadores interregionales en México? La hipótesis de este trabajo sostiene que, dada la heterogeneidad estructural y regional al interior de la economía mexicana, aquellos ocasionados por vía de la demanda son altos en regiones menos desarrolladas y bajos en las de mayor desarrollo económico.

Para resolver esta pregunta, planteamos el uso de la descomposición multiplicativa de Pyatt y Round (1979), así como su extensión aditiva propuesta por Stone (1985). Con esta técnica, es po-

sible descomponer los efectos de un impacto económico, como puede ser un aumento de las exportaciones, por ejemplo, inducidas intrarregionalmente (en la propia región), de desbordamiento (sobre otras zonas) y de retroalimentación (que salieron de una región, pero que de manera eventual regresan). A pesar de la popularidad de estas técnicas en el estudio de matrices insumo-producto, el día de hoy han tenido la limitación de poder usarse con claridad analítica en modelos con solo dos regiones económicas. Cuando los mismos pasos propuestos por Pyatt y Round se aplican en matrices con tres o más, la interpretabilidad de los resultados deja de ser intuitiva (Hewings, 1985: 51).

A pesar de ello, estas técnicas han tenido también éxito en el estudio de matrices de contabilidad social para analizar la interacción entre sectores económicos e institucionales, y factores de la producción, como se muestra en Pyatt y Round (1979) o Defourny y Thorbecke (1984) y otros trabajos que de ahí se desprenden. Aunque en estas investigaciones se realiza la descomposición en matrices particionadas en tres bloques, se trata de un caso muy particular en el que estos interactúan entre sí en la forma de un circuito cerrado (Round, 1985), es decir, los sectores económicos solo generan pagos a los factores, estos únicamente pagan a las instituciones y estas solo liquidan a los sectores.

Cuando la matriz analizada tiene estas características, la descomposición multiplicativa de Pyatt puede aplicarse sin problemas interpretativos, pero este no es el caso de una de comercio interregional donde, potencialmente, todas las regiones interactúan con las demás. Por ello, en este trabajo proponemos una modificación al procedimiento de Pyatt que permite obtener tres matrices en las cuales la interpretación de los impactos intrarregionales, de desbordamiento y de retroalimentación son idénticos a la original, pero es aplicable a matrices con cualquier número de particiones regionales.

En México, son pocos los estudios que realizan análisis estructural con base en un marco contable multirregional; entre ellos se encuentra Dávi-

la *et al.* (2015) y Fuentes *et al.* (2018). En el mejor conocimiento de los autores, solo el primero emplea el análisis de descomposición con un modelo birregional. Para este trabajo, se utiliza uno multi-regional agrupado en siete regiones. De aquí que una contribución de la investigación es que representa el primer ejercicio en el país que realiza un análisis de descomposición estructural para más de dos regiones.

Después de esta introducción, el segundo apartado presenta la formulación matemática del modelo multirregional en su versión más simple con dos regiones; el tercero describe las características de las MIP multiestatales 2013 como fuente de información estadística; en el cuarto se presenta la metodología relacionada con las técnicas de la descomposición estructural; en el quinto se muestran los resultados y principales hallazgos; finalmente, se anotan las conclusiones.

## Matrices multiestatales de México 2013

Las cuentas económicas estatales que se utilizaron en esta investigación fueron obtenidas de la reciente publicación del INEGI (2022) de los cuadros de oferta y utilización (COU) y las MIP a nivel estatal del 2013.<sup>1</sup> La valoración de estos se expresa en millones de pesos corrientes de ese año; se consideró una desagregación sectorial de 32 actividades económicas y 79 subsectores que tienen como referencia el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

La estimación de estas matrices partió de los COU nacionales con una desagregación de 262 ramas de actividad económica. La principal fuente de información a nivel estatal es el Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) del 2013, el cual se publica desagregado en 32 actividades basadas en el SCIAN, por lo cual es la restricción más importante para el detalle de las industrias. Se aprovecharon

<sup>1</sup> Esta sección se limita a describir de manera somera y sucinta el documento metodológico sobre la construcción de la MIP multiestatal de México. Para una descripción más detallada de los procesos, consultar el documento metodológico del INEGI (2022).

indicadores obtenidos de los Censos Económicos 2014<sup>2</sup> para estimar ponderadores específicos por estado para la agregación. Por ejemplo, si para obtener una de las 32 actividades se tienen que agregar ocho ramas del SCIAN, los pesos de estas en el proceso deben ser distintos para cada entidad. Esto da como resultado técnicas de producción (coeficientes técnicos) diferenciados que reflejan la especialización productiva del estado en cuestión.

Para la estimación de la demanda final (DF) estatal, se contemplaron insumos adicionales, como la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) del INEGI, información sobre la producción de los gobiernos estatales y locales y la inversión extranjera directa por sector y estado; estos sirvieron de apoyo para calcular los consumos privado y de gobierno, así como la formación bruta de capital, respectivamente. La desagregación de estas fuentes permitió obtener la DF con un detalle de 79 subsectores de actividad SCIAN.

Para distinguir el origen de los productos, se empleó el coeficiente de localización de Flegg, el cual permite distinguir si los bienes y servicios son producidos en el interior del estado o si proceden del resto del país, consideración que es aplicable tanto a los flujos de comercio de transacciones intermedias como de demanda final. Posteriormente, se aplicó un modelo gravitacional para establecer las entidades de origen y destino de los bienes y servicios que definen el comercio entre entidades federativas.

Para consolidar los registros estimados en los COU estatales en el marco de los COU nacionales, se ha aplicado la técnica RAS Generalizado Multirregional (MR-GRAS, por sus siglas en inglés). Esta garantiza que la suma de los cuadros estatales y de comercio sea igual que el COU total a nivel nacional, coeficiente por coeficiente, además de balancear los flujos de bienes y servicios por el lado de la oferta y la demanda entre regiones. Como resultado, los COU estatales y el multiestatal son

<sup>2</sup> Programa estadístico del INEGI con datos referidos al 2013.

perfectamente consistentes con la información a nivel nacional y entre sí.

Por último, una vez balanceados los COU estatales, se emplearon las recomendaciones del manual de la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas sobre modelos estándar para realizar la transformación de los COU en MIP simétricas. Como resultado, se obtuvieron matrices producto por producto e industria por industria con dimensiones 2 528 x 2 528 y 1 024 x 1 024, respectivamente.

## Modelo multirregional de insumo-producto

Elaborar las MIP multirregionales implica desarrollar el modelo de Walter Isard (1951) para incorporar el componente espacial dentro del insumo-producto (IP). Aquí se presenta la versión más simple del modelo multirregional con solo dos regiones y  $n$  actividades económicas: la región  $r$  y la  $s$ . El vector de producción bruta birregional de dimensión  $2n \times 1$ , representado por  $x^{br}$  es como sigue:

$$x^{br} = \begin{bmatrix} x^r \\ x^s \end{bmatrix} \quad (1)$$

donde la producción bruta de las regiones  $r$  y  $s$  está representado, respectivamente, por  $x^r$  y  $x^s$ , cada uno de dimensiones  $n \times 1$ . Siguiendo el modelo de insumo-producto de Leontief, el sistema se puede expresar en forma matricial de la siguiente manera:

$$x^{br} = Z^{br} + f^{br} \quad (2)$$

donde  $Z^{br}$ , de dimensiones  $n \times r$ , representa la matriz de transacciones intersectoriales de las regiones  $r$  y  $s$ , que incluye los flujos de comercio intra e interregionales, y  $f^{br}$  es el vector de DF birregional, de dimensiones  $n \times 1$ . La matriz de transacciones intersectoriales  $Z^{br}$  se puede particionar en:

$$Z^{br} = \begin{bmatrix} Z^{rr} & Z^{rs} \\ Z^{sr} & Z^{ss} \end{bmatrix} \quad (3)$$

donde las submatrices de  $n \times n$ ,  $Z^{rr}$  y  $Z^{ss}$ , representan las transacciones intersectoriales e intrarregionales

de las regiones  $r$  y  $s$ , respectivamente, y las  $Z^{rs}$  y  $Z^{sr}$  son las matrices de comercio intersectorial e interregional de producción de  $r$  vendida a  $s$ , y viceversa. Por su parte, el vector de DF birregional es:

$$f^{br} = \begin{bmatrix} f^r \\ f^s \end{bmatrix} \quad (4)$$

donde  $f^r$  y  $f^s$  representan la DF de producción de las regiones  $r$  y  $s$ , respectivamente, de dimensiones  $n \times 1$ . A su vez, la matriz de coeficientes técnicos es:

$$A^{br} = \begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rs} \\ A^{sr} & A^{ss} \end{bmatrix} \quad (5)$$

donde  $A^{rr}$  y  $A^{ss}$  son submatrices de coeficientes técnicos intrarregionales de las regiones  $r$  y  $s$ , respectivamente, y  $A^{rs}$  y  $A^{sr}$  son submatrices de coeficientes de importaciones de insumos producidos en  $r$  y demandados por  $s$ , y viceversa; todas de dimensión  $n \times n$ . Utilizando la definición de coeficientes técnicos  $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$ , se sustituye (5) en (2):

$$x^{br} = A^{br} x^{br} + f^{br}. \quad (6)$$

Despejando el vector de DF birregional se tiene:

$$\begin{bmatrix} I - A^{rr} & -A^{rs} \\ -A^{sr} & I - A^{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^r \\ x^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f^r \\ f^s \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Considerando  $x^{br} = \begin{bmatrix} x^r \\ x^s \end{bmatrix}$ ,  $f^{br} = \begin{bmatrix} f^r \\ f^s \end{bmatrix}$ ,  $A^{br} = \begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rs} \\ A^{sr} & A^{ss} \end{bmatrix}$  y la matriz de identidad  $I^{br} = \begin{bmatrix} I^r & 0 \\ 0 & I^s \end{bmatrix}$ , la solución es:

$$x^{br} = [I^{br} - A^{br}]^{-1} f^{br} \quad (8)$$

donde  $[I^{br} - A^{br}]^{-1}$  se conoce como la matriz inversa de Leontief ( $L^{br}$ ) para un modelo birregional, de dimensiones  $2n \times 2n$ . Esta solución incluye los efectos que se obtendrían de uno de una región simple, y los aumenta por los flujos de comercio interregional, como se demuestra en Miller y Blair (2022, p. 72). En síntesis, la solución establece que la producción bruta se encuentra determinada por el nivel de DF en ambas regiones, así como por las matrices de coeficientes técnicos intrarregionales y de comercio interregional.

## Técnica de descomposición estructural en MIP de dos regiones

Inicialmente, su análisis fue desarrollado en el marco de matrices de contabilidad social en la formulación multiplicativa establecida por Pyatt y Round (1979); después, se realizó la formulación aditiva propuesta por Stone (1985). Dadas las propiedades de estas, se aplicaron también al modelo insumo-producto regional.

En el caso de la descomposición multiplicativa, el objetivo es separar la matriz inversa de Leontief en tres matrices que den cuenta de los efectos intrarregionales ( $M_1$ ), de desbordamiento ( $M_2$ ) y de retroalimentación ( $M_3$ ) que se dan en el marco de una economía con circularidad, donde los choques se mueven por la cadena de producción y pueden volver al sector y región de origen, de forma que esta se exprese como  $L = M_3 M_2 M_1$ , todas matrices de dimensiones  $2n \times 2n$ .

En esta sección se muestra el procedimiento tradicional para descomponer matrices birregionales y, posteriormente, se presenta la generalización para aquellas con tres o más regiones. Si se especifica este modelo en su forma simple de dos se tiene:

$$\begin{bmatrix} x^r \\ x^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rs} \\ A^{sr} & A^{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^r \\ x^s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f^r \\ f^s \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Para capturar los efectos intrarregionales  $M_1$ , se separa la matriz de coeficientes técnicos en dos matrices:

$$A = \begin{bmatrix} A^{rr} & 0 \\ 0 & A^{ss} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & A^{rs} \\ A^{sr} & 0 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Si se define  $\tilde{A} = \begin{bmatrix} A^{rr} & 0 \\ 0 & A^{ss} \end{bmatrix}$  como la matriz de coeficientes técnicos intrarregionales, entonces, la de Leontief asociada es  $(I - \tilde{A}) = \begin{bmatrix} I - A^{rr} & 0 \\ 0 & I - A^{ss} \end{bmatrix}$ , por lo que la solución para este componente se expresa como:

$$M_1 = (I - \tilde{A})^{-1} = \begin{bmatrix} (I - A^{rr})^{-1} & 0 \\ 0 & (I - A^{ss})^{-1} \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Las submatrices sobre la diagonal principal corresponden con la inversa de Leontief, o matriz de multiplicadores contables, que se obtendrían para

cada región sin considerar los flujos interregionales, es decir, los modelos individuales de las dos regiones.

Por otra parte, para la medición de los efectos de desbordamiento  $M_2$ , derivados del comercio interregional, se define  $A^* = (I - \tilde{A})^{-1} (A - \tilde{A})$  como la matriz de coeficientes de comercio interregional; su especificación se realiza como sigue:

$$\begin{aligned} A^* &= \begin{bmatrix} (I - A^{rr})^{-1} & 0 \\ 0 & (I - A^{ss})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & A^{rs} \\ A^{sr} & 0 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 & (I - A^{rr})^{-1} A^{rs} \\ (I - A^{ss})^{-1} A^{sr} & 0 \end{bmatrix} \quad (12) \end{aligned}$$

por lo que su solución resulta como sigue:

$$M_2 = I + A^* = \begin{bmatrix} I & (I - A^{rr})^{-1} A^{rs} \\ (I - A^{ss})^{-1} A^{sr} & I \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Este término de la descomposición incluye a la matriz identidad, que al multiplicarse por  $M_1$  reflejará el choque en la región inicial, y la matriz  $A^*$ , la cual representa el impacto que se traslada de una región a otra de forma directa. Es decir, esta es el impacto del comercio interregional dado un choque que, por ejemplo, inicia en la región  $r$  y que demanda insumos a la  $s$ .

Finalmente, para capturar efectos de retroalimentación  $M_3$ , se define:

$$(A^*)^2 = \begin{bmatrix} B^{rr} & 0 \\ 0 & B^{ss} \end{bmatrix} \quad (14)$$

donde  $B^{rr} = (I - A^{rr})^{-1} A^{rs} (I - A^{ss})^{-1} A^{sr}$  y  $B^{ss} = (I - A^{ss})^{-1} A^{sr} (I - A^{rr})^{-1} A^{rs}$ .

Entonces, la solución es:

$$M_3 = [I - (A^*)^2]^{-1} = \begin{bmatrix} I - B^{rr} & 0 \\ 0 & I - B^{ss} \end{bmatrix}^{-1} \quad (15)$$

Esta matriz captura el impacto de un choque que, por ejemplo, inicia en la región  $r$ , viaja a la  $s$  y,

finalmente, regresa a la de origen  $r$ , donde a su vez generará nuevos efectos multiplicadores. Es por este motivo que a esta matriz también se le conoce como la de efectos de bucle cerrado (*closed loop*). En resumen,  $M_1$  permite capturar los impactos intrarregionales por causa de las transacciones que se dan en cada una de las regiones (inversa de Leontief), y las matrices  $M_2$  y  $M_3$  registran los impactos interregionales por efectos de desbordamiento (*spillover effects*) y de retroalimentación (*feedback effects*) del comercio entre regiones, respectivamente (Miller y Blair, 2022: 378). Por lo tanto, la solución del modelo multirregional en su esquema básico es:

$$x = M_3 M_2 M_1 f. \quad (16)$$

A pesar de que la forma algebraica de esta descomposición hace evidente el significado de cada una de las matrices, la interpretación numérica de sus elementos se vuelve confusa para los analistas. Por ejemplo, para interpretar un valor en la matriz  $M_3$ , se debe considerar el múltiplo de las dos matrices previas. Por este motivo, es más común presentar los resultados siguiendo la versión aditiva, cuya lectura es más directa e intuitiva.

La descomposición aditiva toma como base las matrices obtenidas de la multiplicativa, y se expresa de la siguiente manera:

$$L = I + (M_1 - I) + (M_2 - I) M_1 + (M_3 - I) M_2 M_1. \quad (17)$$

Con la matriz inversa de Leontief descompuesta en estos cuatro términos aditivos, calculamos la producción bruta total como:

$$x = If + (M_1 - I)f + (M_2 - I)M_1 f + (M_3 - I)M_2 M_1 f. \quad (18)$$

Siguiendo la lógica de las particiones establecidas en la formulación multiplicativa, el impacto inicial se establece en  $If$ , el efecto neto intrarregional se contempla en  $(M_1 - I)f$ , el choque neto interregional por efectos de desbordamiento se captura en  $(M_2 - I)M_1 f$  y el neto por retroalimentación se registra en  $(M_3 - I)M_2 M_1 f$  (Miller y Blair, 2022: 379).

## Técnica de descomposición estructural en MIP de tres o más regiones

Es importante señalar que este método, hasta ahora, se utiliza en dos contextos muy específicos: en matrices particionadas en solo dos regiones y en las de contabilidad social, cuya estructura forma un circuito cerrado (Pyatt y Round, 1979). Cuando los pasos de esta metodología se aplican en matrices con tres o más particiones, el resultado de  $M_2$  y  $M_3$  tiene una interpretación menos clara (Hewings, 1985: 51). Para  $M_2$  aparecen elementos sobre la diagonal principal, por lo que no puede interpretarse como efectos únicamente de desbordamiento, mientras que para  $M_3$  hay elementos fuera de esta, y por ello no es posible leerse como efectos de circuito cerrado (choques que terminan donde iniciaron). No es el caso cuando se aplica en matrices de contabilidad social, que suelen estar particionadas en tres secciones (industrias, factores de la producción e instituciones), cuya estructura forma un circuito cerrado.

En este trabajo utilizamos una técnica alternativa para obtener  $M_2$  y  $M_3$  con el objetivo de preservar la claridad analítica de las interpretaciones en el contexto de matrices multistatales. Esta puede aplicarse a matrices con cualquier número de regiones, pero se ejemplifica para el caso de solo tres. Por lo tanto, en un modelo con  $R$  regiones, las matrices  $L$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  y  $M_3$  tienen dimensiones  $Rn \times Rn$ . Sea la matriz inversa de Leontief del modelo multirregional:

$$L = \begin{pmatrix} L^{1,1} & L^{1,2} & L^{1,3} \\ L^{2,1} & L^{2,2} & L^{2,3} \\ L^{3,1} & L^{3,2} & L^{3,3} \end{pmatrix}. \quad (19)$$

Sabemos que la matriz  $M_1$  debe capturar únicamente los efectos intrarregionales, los cuales se obtienen de los modelos independientes de cada una de las tres regiones. Por lo tanto, la definimos como:

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} A^{1,1} & 0 & 0 \\ 0 & A^{2,2} & 0 \\ 0 & 0 & A^{3,3} \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Así, la matriz de coeficientes técnicos de transacciones intrarregionales y su respectiva inversa de Leontief son como sigue:

$$M_1 = (I - \tilde{A})^{-1} = \begin{pmatrix} (I - A^{1,1})^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & (I - A^{2,2})^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & (I - A^{3,3})^{-1} \end{pmatrix}. \quad (21)$$

Si postmultiplicamos la matriz  $L = M_3 M_2 M_1$  por la inversa de  $M_1$  obtenemos:

$$LM_1^{-1} = M_3 M_2 = \begin{pmatrix} L^{1,1}(I - A^{1,1}) \\ L^{2,1}(I - A^{1,1}) \\ L^{3,1}(I - A^{1,1}) \\ L^{1,2}(I - A^{2,2}) & L^{1,3}(I - A^{3,3}) \\ L^{2,2}(I - A^{2,2}) & L^{2,3}(I - A^{3,3}) \\ L^{3,2}(I - A^{2,2}) & L^{3,3}(I - A^{3,3}) \end{pmatrix}. \quad (22)$$

Dado que buscamos reproducir la propiedad de  $M_2$  conformada por matrices identidad sobre la diagonal principal y queremos que  $M_3$  solo tenga valores sobre los bloques de la diagonal principal, podemos concluir que  $M_3$  debe estar definida como la matriz diagonal de la ecuación (22):

$$M_3 = \begin{pmatrix} L^{1,1}(I - A^{1,1}) & 0 & 0 \\ 0 & L^{2,2}(I - A^{2,2}) & 0 \\ 0 & 0 & L^{3,3}(I - A^{3,3}) \end{pmatrix}. \quad (23)$$

Lo anterior tiene sentido pues, si analizamos uno de los términos sobre la diagonal  $L^{1,1}(I - A^{1,1})$ ,  $L^{1,1} - L^{1,1}A^{1,1}$ , el primer elemento representa el multiplicador total del sistema multirregional y el segundo, solo los impactos de la demanda intrarregional. El resultado de esta resta es el impacto que el comercio interregional originado en la región 1 tiene sobre esta misma.

Por lo tanto, si despejamos la matriz  $M_2$  de la expresión (22), tenemos que:

$$M_2 = M_3^{-1} LM_1^{-1} = \begin{pmatrix} I & N^{1,2} & N^{1,3} \\ N^{2,1} & I & N^{2,3} \\ N^{3,1} & N^{3,2} & I \end{pmatrix}, \quad (24)$$

donde  $N^{ij} = (I - A^{ii})^{-1} (L^{ii})^{-1} L^{ij} (I - A^{jj})$ . Esta cumple con las propiedades que buscamos, y en este trabajo proponemos su interpretación como los efectos de desbordamiento del sistema, o interregionales. El lector puede corroborar que, al aplicar estas operaciones en matrices con dos regiones, se obtienen los mismos resultados que en la descomposición multiplicativa de la sección anterior.

Una vez lograda esta descomposición multiplicativa, la aplicación de la aditiva de Stone se realiza de forma directa, de modo que sus partes mantienen las mismas propiedades e interpretaciones.

## Descripción y análisis de resultados

Antes de realizar los primeros tratamientos de descomposición estructural del modelo insumo-producto multiestatal, es necesario precisar las regiones que serán consideradas. Este trabajo se ciñe a la regionalización establecida por Dávila *et al.* (2015) quienes definen siete mesorregiones mexicanas: noroeste, noreste, altiplano centro-norte, occidente, centro, golfo-sureste y sur. En el cuadro 1 se presentan las entidades que conforman cada una de estas, mientras que el mapa muestra su distribución geográfica.

**Cuadro 1** Continúa  
**Regiones de México y participación en el PIB**

Región	Entidades federativas	Participación en el PIB nacional (%)
1. Noroeste	Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora y Sinaloa.	12.2
2. Noreste	Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas.	13.7
3. Altiplano centro-norte	Agascalientes, Durango, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas.	9.0
4. Occidente	Colima, Jalisco, Michoacán de Ocampo y Nayarit.	10.1
5. Centro	Ciudad de México, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Queretaro y Tlaxcala.	34.4



Cuadro 1

Concluye

**Regiones de México y participación en el PIB**

Región	Entidades federativas	Participación en el PIB nacional (%)
6. Sur	Chiapas, Guerrero y Oaxaca.	4.8
7. Golfo-sureste	Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz de Ignacio de la Llave y Yucatán.	16.0

Fuente: regiones basadas en Dávila *et al.* (2015); PIB basado en la MIP multiestatal 2013, INEGI.

Los criterios de regionalización que los autores consideran son los siguientes: contigüidad geográfica, exclusividad, distancia respecto a la frontera norte y condiciones geográficas relevantes, específicamente la localización relativa de las entidades con respecto a las principales cadenas montañosas y a los litorales. Como se observa en el cuadro 1, una tercera parte del PIB nacional se concentra en la región centro, mientras que la sur tiene una aportación muy modesta en comparación con el resto.

Una vez establecidas las regiones a estudiar, los resultados de la descomposición aditiva de Stone se presentan en el cuadro 2. La columna (1) muestra el multiplicador total; de la (2) a la (5) se descompone el valor de multiplicador en efectos directos, indirectos (intrarregionales), de desbordamiento y de retroalimentación (interregionales); y en las (6) a la (9) se expresan los mismos valores como porcentaje del multiplicador de la producción, de forma que suman 100.

En la columna (1) se presenta el multiplicador de la producción total por región de estudio. Este se refiere al promedio ponderado de los multiplicadores sectoriales, donde los ponderadores son proporcionales a la demanda final de la región. Por ejemplo, el multiplicador de 1.48 de la noreste indica que un aumento de 1 millón de pesos en la demanda de productos de esta región resulta en un incremento de 1.48 millones de pesos en la producción bruta de todo el país; de este monto, 1 millón es el valor de los bienes demandados (choque

## Mapa

**Siete regiones de México**

Fuente: regiones basadas en Dávila *et al.* (2015).

### Descomposición de los efectos multiplicadores del modelo multirregional

Regiones	Efectos multiplicadores					Porcentajes del efecto multiplicador			
	Multiplicador de la producción (1)	Choque inicial (2)	Intrarregional indirecto (3)	Desbordamiento (4)	Retro-alimentación (5)	Choque inicial (6)	Intrarregional indirecto (7)	Desbordamiento (8)	Retro-alimentación (9)
Noroeste	1.41	1.00	0.20	0.21	0.00	70.85	13.89	15.05	0.21
Noreste	1.48	1.00	0.29	0.18	0.00	67.74	19.61	12.32	0.32
Altiplano centro-norte	1.47	1.00	0.19	0.27	0.01	68.15	13.14	18.30	0.41
Occidente	1.37	1.00	0.17	0.20	0.00	73.04	12.15	14.48	0.33
Centro	1.39	1.00	0.28	0.10	0.01	71.78	20.45	7.28	0.49
Sur	1.43	1.00	0.14	0.29	0.01	69.82	9.88	19.94	0.36
Golfo-sureste	1.38	1.00	0.20	0.17	0.01	72.53	14.21	12.57	0.69

Fuente: elaboración propia con base en las MIP multiestatales 2013 del INEGI.

inicial), 290 mil pesos equivalen a insumos indirectos producidos ahí (efecto intrarregional indirecto), 180 mil son producidos por otras regiones que le proveen insumos (de desbordamiento) y el monto restante es la producción en la noreste que se requiere para producir insumos en otras zonas (de retroalimentación). Las regiones noreste y altiplano centro-norte muestran el valor del multiplicador más alto con 1.48 y 1.47, respectivamente, seguidas por la sur y noroeste con 1.43 y 1.41, en ese orden. Al final se encuentran la centro, golfo-sureste y occidente con indicadores de 1.39, 1.38 y 1.37.

En términos porcentuales, en la columna (6) se observa que los choques iniciales dominan la mayor parte del efecto multiplicador con un valor que gira alrededor de 70 %: la región occidente es la que muestra un mayor efecto inicial con 73.04 %, seguida por la golfo-sureste, centro y noroeste con 72.53, 71.78 y 70.85 %, respectivamente; por último, la sur, altiplano centro-norte y noreste tienen los menores efectos iniciales con 69.82, 68.15 y 67.74 %, en ese orden. Un porcentaje alto del efecto multiplicador en el choque inicial está relacionado en contraparte con menores efectos indirectos, de desbordamiento y de retroalimentación, es

decir, si el primero es elevado, los segundos tienen que ser bajos debido a que no hay requerimientos de insumos para el resto de las cadenas de producción. El caso extremo sería un producto que se extrae de manera directa de la tierra (sin necesidad de insumos) y así se vende a los consumidores, por lo que el choque inicial sería 100 % del impacto.

En lo referente a los efectos intrarregionales indirectos, se destaca en la columna (7) que la centro y noreste tienen los mayores valores con 20.45 y 19.61 %, respectivamente. Esto indica que estas son economías con cadenas de producción más articuladas hacia el interior, esto es que, ante una inyección exógena en la demanda final, se generan compras indirectas de insumos hacia otras actividades localizadas en la región. En contraposición, la sur tiene un indicador de 9.88 %, lo que genera menos efectos indirectos hacia el interior de su economía y refleja una alta dependencia de insumos intermedios importados de otras zonas del país.

Por su parte, los efectos interregionales por impactos de desbordamiento se presentan en la columna (8). La forma de interpretar estos resultados

es que cuando aumenta la DF en una región específica, esta ejerce demanda de insumos en otras. Los valores de desbordamiento son significativos para todas las regiones. La sur cuenta con los mayores efectos con 19.94 %, seguida por la altiplano centro-norte, noroeste y occidente con 18.30, 15.05 y 14.48 %, respectivamente. Por último, la golfo-sureste, noreste y centro tienen indicadores de 12.57, 12.32 y 7.28 por ciento. Estas regiones podemos catalogarlas como poco dependientes del resto del país.

Finalmente, los efectos de retroalimentación se presentan en la columna (9), los cuales resultan ser muy bajos en todos los casos. La región golfo-sureste tiene el registro más alto con 0.69 %, seguida por la centro, altiplano centro-norte y sur con 0.49, 0.41 y 0.36 %, respectivamente. Al final, se encuentran la occidente, noreste y noroeste con 0.33, 0.32 y 0.21 %, en ese orden. Esto refleja que existe poca circularidad de los choques de demanda a este nivel de agregación regional, es decir, una vez que el impacto sale de la región de origen, prácticamente ha terminado de beneficiar a dicha región.

Estos resultados han permitido identificar que las regiones centro y noreste son las economías con

mayor capacidad para hacer funcionar sus aparatos productivos, ya que cuentan con mayor proveeduría interna y tienen menos interdependencias de otras zonas del país. En cambio, la sur, como, situación contrapuesta, cuenta con una estructura menos articulada y más dependiente del resto de México. Los casos de la altiplano centro-norte, occidente, noroeste y golfo-sureste muestran estructuras más balanceadas entre su capacidad interna y sus interdependencias interregionales.

Con el propósito de identificar los efectos interregionales más significativos, el cuadro 3 presenta cómo se distribuyen los impactos a través de las regiones, donde la suma de los elementos sobre cada fila es igual a los efectos de desbordamiento —columna (4) del cuadro 2—; esto muestra una manera de identificar los efectos interregionales más significativos entre cada una de las regiones analizadas.

La región noreste presenta un multiplicador total de 1.48 por cada cambio unitario en la demanda final; de este efecto total, 0.18 corresponde al interregional por desbordamiento hacia el resto de las regiones. En el cuadro 3 se observa que el interregional más alto de la noreste se establece

Cuadro 3

### Descomposición del efecto interregional por desbordamiento

Regiones	Noroeste (1)	Noreste (2)	Altiplano centro-norte (3)	Occidente (4)	Centro (5)	Sur (6)	Golfo-sureste (7)
Noroeste	0.000	0.046	0.027	0.028	0.066	0.012	0.032
Noreste	0.017	0.000	0.028	0.021	0.056	0.009	0.050
Altiplano centro-norte	0.018	0.044	0.000	0.048	0.099	0.012	0.047
Occidente	0.016	0.029	0.038	0.000	0.079	0.010	0.027
Centro	0.007	0.016	0.017	0.016	0.000	0.012	0.034
Sur	0.011	0.024	0.0167	0.0166	0.096	0.000	0.121
Golfo-sureste	0.011	0.023	0.0163	0.0162	0.086	0.020	0.000

Fuente: elaboración propia con base en las MIP multiestatales 2013 del INEGI.

con la centro y golfo-sureste con 0.056 y 0.050, respectivamente. A estas le siguen la altiplano centro-norte, occidente, noroeste y sur, con valores de 0.028, 0.021, 0.017 y 0.009, en ese orden.

Destacamos que la región centro es la que absorbe los principales efectos de desbordamiento. Esto puede explicarse por la alta concentración de servicios en Ciudad de México, como los financieros y profesionales, además de actividades comerciales. A su vez, esta produce desbordamientos principalmente a la golfo-sureste.

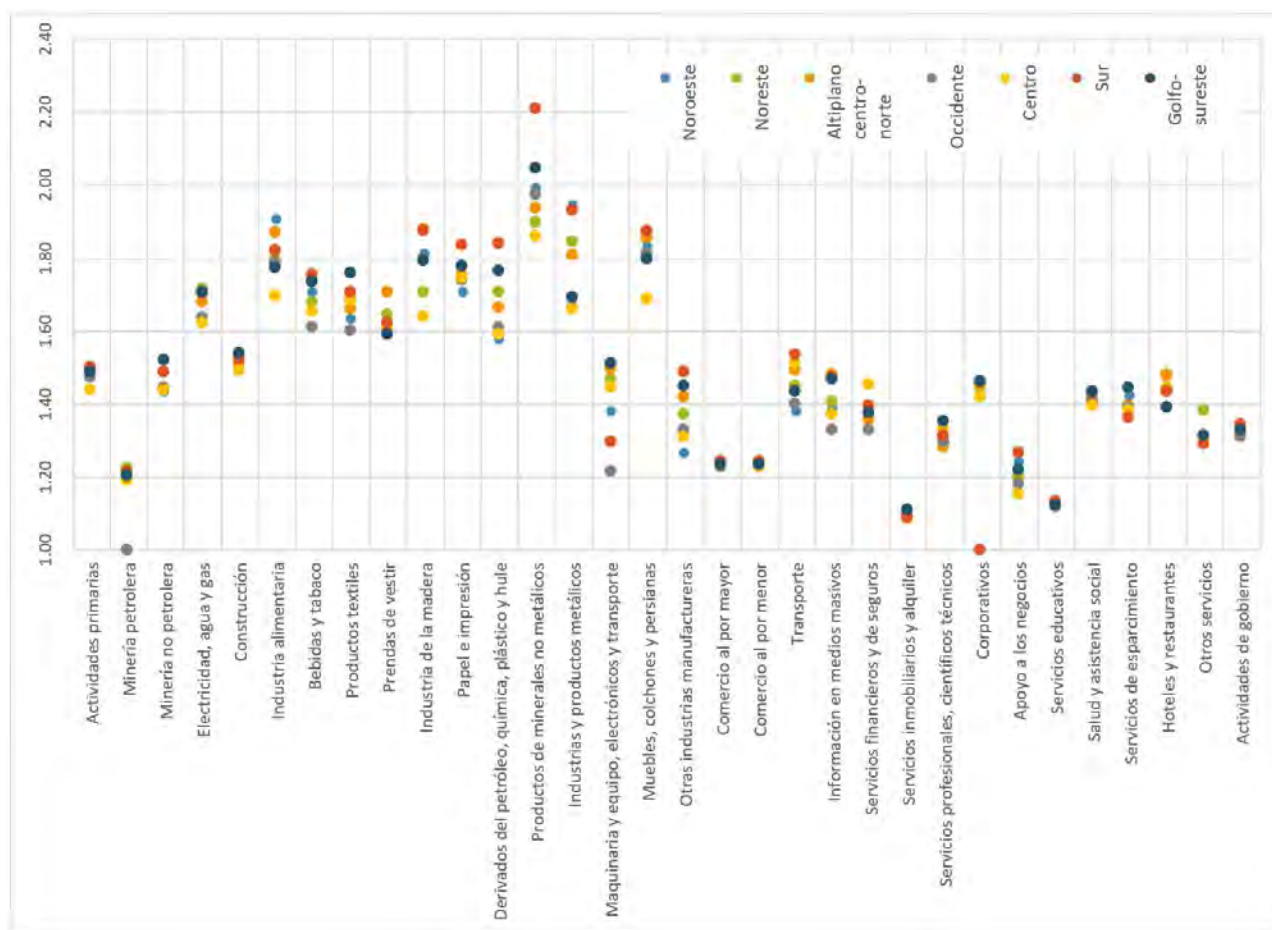
En general, el cuadro 3 muestra que la cercanía geográfica es importante para determinar los efectos de desbordamiento. Lo observamos con los ca-

sos de la noroeste hacia la noreste y de la occidente hacia la altiplano centro-norte o de la región sur con altos desbordamientos hacia la golfo-sureste.

Una vez establecido el análisis de la descomposición estructural en la perspectiva interregional de desbordamiento, a continuación se presentan los efectos multiplicadores desde la multisectorial. La gráfica muestra el valor de los multiplicadores de la producción de cada una de las regiones. Se destaca que algunas actividades presentan una variación significativa a través de estas. Esto es resultado del proceso de construcción de las MIP multirregionales, donde las técnicas de producción están basadas en ponderadores específicos por estado, calculados de los Censos Económicos 2014.

Gráfica

### Multiplicadores de la producción por actividad y región



Fuente: elaboración propia con base en las MIP multiestatales 2013 del INEGI.

Para simplificar la exposición de los resultados, en el cuadro 4 solo se reportan las cinco actividades con los multiplicadores más altos de cada región. Contemplan los efectos multiplicadores directos del choque inicial, los intrarregionales indirectos y los interregionales por desbordamiento y retroalimentación.

Sobresale que la actividad *Productos de minerales no metálicos* presenta el multiplicador más alto en las siete regiones, aunque tiene el mayor en la sur y el más bajo en la centro. En general, su efecto multiplicador tiende a estar más orientado a la parte intrarregional, con excepción de las regiones altiplano centro-norte y la sur, donde el impacto interregional es más alto. También, se destaca la región golfo-sureste, donde el efecto de retroalimentación resultó más grande con 1.15 % del impacto total.

Destacamos que, en ninguna región, los servicios se encuentran entre las actividades que tienen efectos multiplicadores más altos. También, sobresale la

ausencia de la *Industria productora de maquinaria y equipo*, es decir, la manufactura más intensiva.

Las industrias con los multiplicadores más altos tienden a ser las mismas en todas las regiones pues, aunque sus técnicas de producción sean marginalmente distintas en cada región, así como presentar requerimientos de importaciones distintos, la esencia de cómo se producen los bienes es relativamente homogénea en todos los estados. Esto se refuerza con la poca dispersión observada en los valores de los multiplicadores de la mayoría de las actividades mostradas en la gráfica.

En este sentido, destacamos el caso de la región sur, la cual es la única donde la actividad *Industria alimentaria* no alcanzó los primeros cinco lugares en términos del multiplicador, y fue reemplazada por la de *Derivados del petróleo, química, plástico y hule*. Esta también sobresale por tener un alto porcentaje (39) de efectos de desbordamiento, es decir, muchos de los insumos requeridos en su cadena de producción se demandan a otras regiones del país.

Cuadro 4

Continúa

### Descomposición del multiplicador por regiones y principales actividades

Actividad	Efectos multiplicadores					Porcentajes del efecto			
	Multiplicador de la producción (1)	Choque inicial (2)	Intrarregional indirecto (3)	Desbordamiento (4)	Retroalimentación (5)	Choque inicial (6)	Intrarregional indirecto (7)	Desbordamiento (8)	Retroalimentación (9)
<b>Noroeste</b>									
Productos de minerales no metálicos	1.990	1.000	0.542	0.442	0.006	50.26	27.23	22.19	0.33
Industrias y productos metálicos	1.941	1.000	0.650	0.287	0.004	51.52	33.47	14.80	0.21
Industria alimentaria	1.907	1.000	0.546	0.355	0.006	52.44	28.66	18.60	0.30

## Descomposición del multiplicador por regiones y principales actividades

Actividad	Efectos multiplicadores					Porcentajes del efecto			
	Multiplicador de la producción (1)	Choque inicial (2)	Intrarregional indirecto (3)	Desbordamiento (4)	Retro-alimentación (5)	Choque inicial (6)	Intrarregional indirecto (7)	Desbordamiento (8)	Retro-alimentación (9)
Muebles, colchones y persianas	1.831	1.000	0.373	0.449	0.009	54.63	20.35	24.55	0.48
Industria de la madera	1.810	1.000	0.269	0.532	0.009	55.25	14.86	29.41	0.48
<b>Noreste</b>									
Productos de minerales no metálicos	1.893	1.000	0.499	0.381	0.013	52.82	26.35	20.14	0.68
Industrias y productos metálicos	1.842	1.000	0.472	0.358	0.012	54.29	25.62	19.45	0.64
Muebles, colchones y persianas	1.800	1.000	0.445	0.345	0.011	55.55	24.71	19.14	0.61
Industrias alimentarias	1.795	1.000	0.475	0.310	0.009	55.72	26.49	17.28	0.51
Papel e impresión	1.777	1.000	0.498	0.272	0.007	56.28	28.00	15.32	0.40
<b>Altiplano centro-norte</b>									
Productos de minerales no metálicos	1.936	1.000	0.418	0.505	0.012	51.66	21.59	26.11	0.64
Industria de la madera	1.877	1.000	0.292	0.570	0.015	53.29	15.54	30.39	0.78
Industria alimentaria	1.865	1.000	0.366	0.486	0.013	53.62	19.60	26.08	0.70
Muebles, colchones y persianas	1.854	1.000	0.388	0.455	0.012	53.93	20.92	24.51	0.64
Industrias y productos metálicos	1.803	1.000	0.375	0.417	0.011	55.46	20.80	23.15	0.59

## Descomposición del multiplicador por regiones y principales actividades

Actividad	Efectos multiplicadores					Porcentajes del efecto			
	Multiplicador de la producción (1)	Choque inicial (2)	Intrarregional indirecto (3)	Desbordamiento (4)	Retroalimentación (5)	Choque inicial (6)	Intrarregional indirecto (7)	Desbordamiento (8)	Retroalimentación (9)
<b>Occidente</b>									
Productos de minerales no metálicos	1.970	1.000	0.486	0.471	0.012	50.77	24.67	23.93	0.63
Muebles, colchones y persianas	1.811	1.000	0.347	0.452	0.012	55.21	19.18	24.95	0.66
Industria de la madera	1.796	1.000	0.397	0.389	0.009	55.69	22.12	21.66	0.53
Industria alimentaria	1.787	1.000	0.425	0.352	0.010	55.97	23.80	19.69	0.54
Papel e impresión	1.737	1.000	0.387	0.342	0.008	57.55	22.27	19.70	0.47
<b>Centro</b>									
Productos de minerales no metálicos	1.856	1.000	0.567	0.269	0.020	53.89	30.55	14.48	1.07
Papel e impresión	1.741	1.000	0.547	0.181	0.013	57.43	31.41	10.40	0.76
Industria alimentaria	1.695	1.000	0.446	0.232	0.016	59.01	26.31	13.71	0.97
Muebles, colchones y persianas	1.683	1.000	0.473	0.196	0.015	59.42	28.10	11.62	0.86
Productos textiles	1.680	1.000	0.457	0.209	0.014	59.53	27.19	12.43	0.85
<b>Sur</b>									
Productos de minerales no metálicos	2.204	1.000	0.516	0.675	0.013	45.37	23.40	30.64	0.59
Industrias y productos metálicos	1.929	1.000	0.560	0.362	0.007	51.85	29.04	18.77	0.34

## Descomposición del multiplicador por regiones y principales actividades

Actividad	Efectos multiplicadores					Porcentajes del efecto			
	Multiplicador de la producción (1)	Choque inicial (2)	Intrarregional indirecto (3)	Desbordamiento (4)	Retro-alimentación (5)	Choque inicial (6)	Intrarregional indirecto (7)	Desbordamiento (8)	Retro-alimentación (9)
Muebles, colchones y persianas	1.873	1.000	0.568	0.299	0.005	53.40	30.34	15.98	0.28
Industria de la madera	1.873	1.000	0.401	0.464	0.008	53.40	21.40	24.77	0.43
Derivados del petróleo, química, plástico y hule	1.837	1.000	0.105	0.716	0.016	54.44	5.70	39.00	0.86
<b>Golfo-sureste</b>									
Productos de minerales no metálicos	2.041	1.000	0.532	0.485	0.024	49.00	26.08	23.78	1.15
Muebles, colchones y persianas	1.796	1.000	0.521	0.261	0.014	55.68	28.99	14.54	0.79
Industria de la madera	1.790	1.000	0.586	0.193	0.011	55.87	32.72	10.80	0.60
Papel e impresión	1.776	1.000	0.542	0.223	0.011	56.32	30.52	12.54	0.62
Industria alimentaria	1.769	1.000	0.423	0.332	0.014	56.52	23.93	18.76	0.79

Fuente: elaboración propia con base en las MIP multiestatales 2013 del INEGI.

## Conclusiones

El análisis de la descomposición estructural del aparato productivo fue posible gracias a la disponibilidad de matrices insumo-producto multiestatales para el 2013, interconectadas mediante los flujos de comercio interregional, recientemente publicadas por el INEGI. Esta fuente de información

permite tener un conjunto de matrices estatales comparables y con flujos contablemente consistentes tanto a nivel intra como interestatal para las 32 entidades federativas.

En este trabajo se propone una generalización del método de descomposición estructural multiplicativa, aplicable a MIP con más de dos regiones,



que es consistente con las interpretaciones de Pyatt y Round (1979) y con la aditiva de Stone (1985). Gracias a esta descomposición, es posible obtener por primera vez no solo el valor de los efectos de desbordamiento, sino también saber hacia cuál región específica se dan estos. La obtención de resultados generados por este método podría extenderse para considerar las 32 entidades federativas de México en un solo modelo.

Entre los resultados de los efectos interregionales, se destaca que la región centro es la que absorbe los principales efectos de desbordamiento de todas las demás, gracias a su concentración de actividades de servicios, mientras que los de retroalimentación fueron muy poco significativos para todas las regiones, lo que refleja la casi nula circularidad de los impactos cuando salen de la región de origen.

De acuerdo con la hipótesis de trabajo, es posible apreciar que los efectos multiplicadores de carácter interregional son significativos en el efecto multiplicador total, representando 14 % en promedio. Se muestra que la centro y noreste son las economías con una menor dependencia de insumos del resto del país, mientras que la sur aparece como el caso contrario; los casos de la altiplano centro-norte, occidente, noroeste y golfo-sureste muestran estructuras más balanceadas entre su capacidad interna y sus interdependencias interregionales. Esto comprueba que las regiones menos desarrolladas tienen efectos de desbordamiento interregional más altos.

Finalmente, el estudio de la descomposición estructural que ha empleado las MIP multiestatales del 2013 constituye un esfuerzo poco abordado desde la perspectiva metodológica, analítica y de aplicación práctica, además de que representa una aportación a las herramientas para el diagnóstico, formulación y aplicación de políticas económicas en el ámbito del desarrollo regional mexicano.

## Fuentes

Albornoz, L., J. Becerril y R. Ortiz. "Los efectos económicos del COVID-19 en México. Un enfoque de insumo-producto", en: *Ciencias Administrativas*

*Teoría y Praxis*. 2(17), 2021, pp. 67-84 (DE) <https://cienciasadm.vastyp.uat.edu.mx/index.php/ACACIA/article/view/287>.

Alvarado, J., M. Quiroga, L. Torre y D. Chiquiar. "Matrices insumo-producto regionales y una aplicación para analizar las exportaciones manufactureras en México", en: *Ensayos: Revista de Economía*. 38(2), 2019, pp. 227-258 (DE) [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-84022019000200227&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-84022019000200227&script=sci_abstract).

Amaral, E., I. Fernandes, M. Ibararán, R. Boyd, A. Elizondo y J. Belausteguigoita. "Modelo interestatal de insumo-producto para México, 2013", en: *Revista Análisis Económico*. 35(90), 2020, pp. 7-43 (DE) <https://www.redalyc.org/journal/413/41365966002/>.

Asuad, Normand. "Metodología y resultados de la construcción de matrices estatales insumo producto de abajo hacia arriba mediante la elaboración de cuadros de oferta y utilización estatales", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 11(2), 2020, pp. 74-89.

Chiquiar, D., J. Alvarado, M. Quiroga y L. Torre. *Regional input-output matrices, an application to manufacturing exports in Mexico*. Documentos de investigación. Banco de México, 2017 (DE) <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/documentos-de-investigacion-del-banco-de-mexico/%7B12AAF90C-8036-6BBD-1A4E-9DE123FE2280%7D.pdf>.

Chapa, J. "Impacto económico del COVID-19 en las regiones de México", en: *Revista Ciencia UANL*. 23(102), 2020, pp. 18-23 (DE) <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=10089>.

Chapa, J. y E. Ayala. *El súbito freno de la economía a causa del COVID-19. Un ejercicio sobre su posible impacto*. Publicación especial del Centro de Investigaciones Económicas. 2020 (DE) <https://eventosfaecocieuanl.com/publicaciones-cie/>.

Dávila, A. (coord.). *Modelos interregionales de insumo producto de la economía mexicana*. México, Universidad de Coahuila-Miguel Ángel Porrúa, 2015, 318 pp.

Dávila, A. y M. Valdés. "México. Costos económicos del cierre de las actividades 'no esenciales' por la pandemia COVID-19. Análisis multisectorial y regional con modelos SAM", en: *Economía, Teoría y Práctica*. Número especial, 2020, pp. 15-45 (DE) doi:10.24275/ETYP/AM/NE/E052020/Davila.

Defourny, J. y E. Thorbecke. "Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework", en: *The Economic Journal*. 94(373), 1984, pp. 111-136.

Fuentes, N., A. Brugués y G. González. "Simulación de un modelo insumo-producto dinámico: multiplicadores de producción para Coahuila", en: *Revista de Economía UADY*. 35(91), 2018, pp. 93-117.

Hewings, G. J. D. *Regional Input-Output Analysis*. 1985. Reprint 2020. Edited by Grant Ian Thrall. WVU Research Repository (DE) <https://researchrepository.wvu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=rri-web-book>.

Gaytán, E. y J. Vargas. "Agrupamientos industriales de la economía del estado de Hidalgo, México: un enfoque de insumo producto", en: *Economía, Sociedad y Territorio*. 19(60), 2019, pp. 47-78.

- INEGI. *Cuadros de oferta y utilización y matrices insumo-producto multiestatales: fuentes y metodología*. Documento de investigación. México, INEGI, 2022, pp. 1-48.
- Isard, W. "Interregional and regional input-output analysis: a model of space economy", en: *Review of Economics and Statistics*. 33(4), 1951, pp. 318-328.
- Miller, R. y P. Blair. *Input-output analysis: foundations and extensions*. 3rd edition. New York, Cambridge University Press, 2022.
- Pyatt, G. y J. Round. "Accounting and fixed price multipliers in a social accounting matrix structure", en: *Economic Journal*. 89, 1979, pp. 850-873.
- Round, J. I. "Decomposing multipliers for economic systems involving regional and world trade", en: *The Economic Journal*. 95(378), 1985, pp. 383-399.
- Stone, R. "The Disaggregation of the household sector in the national account", en: Paytt, G. y J. Round (eds.). *Social accounting matrices: a basis for planning*. Washington D. C., World Bank, 1985, pp. 145-185.
- Torre, L., J. Alvarado y M. Quiroga. *Matrices insumo-producto regionales, una aplicación al sector automotriz en México*. Documentos de investigación. Banco de México, 2017 (DE) <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/documentos-de-investigacion-del-banco-de-mexico/%7B38B13097-E3FB-1778-64AD-A3ED3EBF5962%7D.pdf>.

## Colaboran en este número

---

### Daniela Mendoza-Álvarez

Mexicana. Estudió la Licenciatura en Economía en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Trabajó en el área de análisis de Microsoft México durante los primeros años de la pandemia ocasionada por la COVID-19; actualmente, es *freelance translator* de los idiomas inglés, francés y alemán.

**Contacto:** daniela.94ma@gmail.com.

---

### Carolina Carbajal-De-Nova

Mexicana. Estudió la Licenciatura en Economía en la UAM-I, es maestra en Ciencias en Economía Aplicada por la Universidad de Cornell, Nueva York, Estados Unidos de América, y doctora en Ciencias Económicas por el Instituto Politécnico Nacional. Actualmente, es profesora-investigadora titular en la UAM-I, y forma parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel 1.

**Contacto:** carolinacarbajaldenova1@gmail.com.

---

### Silvia Raquel De Anda Martínez

Mexicana. Es licenciada en Informática por la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y maestra en Análisis Estadístico y Computación por el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT). Desde 1990 labora en lo que hoy es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), iniciándose en el desarrollo de aplicaciones para la generación de productos de los eventos censales y encuestas, aplicaciones administrativas, generación de bases de datos para el almacenamiento y explotación de la información concentrada en el Almacén de Datos Estadísticos (ADE) del INEGI, así como para la generación de indicadores del Banco de Información Sociodemográfica y Económica (BISE) y el Sistema Integral de Administración; en la actualidad, funge como subdirectora de Desarrollo de Sistemas Especiales en la Coordinación General de Informática.

**Contacto:** silvia.deanda@inegi.org.mx.

---

### Francisco de Jesús Corona Villavicencio

Mexicano. Es licenciado en Economía por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), maestro en Estadística Aplicada por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y doctor en Economía y Métodos Cuantitativos por la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M); fue mérito académico en sus estudios de licenciatura, recibió la beca de excelencia para realizar su maestría y la calificación *Sobresaliente Cum Laude* en sus estudios de doc-

---

torado. Actualmente, es investigador en el INEGI. Sus líneas de investigación están relacionadas con el análisis econométrico, pronóstico de series de tiempo y analítica del deporte. Ha publicado diversos trabajos en diferentes revistas arbitradas de circulación internacional y nacional. Pertenece al SNI del CONACYT con nivel I.

**Contacto:** franciscoj.corona@inegi.org.mx.

---

**Aníbal Terrones Cordero**

De nacionalidad mexicana. Es ingeniero agrónomo especialista en Economía Agrícola y maestro en Economía del Desarrollo Rural por la Universidad Autónoma Chapingo, así como doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados. Actualmente, es profesor-investigador del Instituto de Ciencias Económico-Administrativas (ICEA) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Cultiva la línea de generación de aplicación del conocimiento de análisis de los sectores productivos e instituciones en el contexto nacional e internacional. Ha fungido como responsable técnico de proyectos del sector primario. Es miembro del SNI con nivel 1.

**Contacto:** anibal\_terreres@uaeh.edu.mx.

---

**Juan Roberto Vargas  
Sánchez**

De nacionalidad mexicana. Es licenciado en Economía por la Universidad del Valle de México (UVM), maestro en Ciencias Económicas por la UAM-Xochimilco y doctor en Ciencias Económicas por la UAM-Azcapotzalco. Actualmente, es profesor-investigador del ICEA de la UAEH. Ha publicado artículos en revistas especializadas nacionales e internacionales. Es miembro del SNI con nivel 1.

**Contacto:** juanroberto\_vargas@uaeh.edu.mx.

---

**Zeus Salvador  
Hernández Veleros**

De nacionalidad mexicana. Es licenciado en Economía por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), maestro en Economía por el Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C. (CIDE) y doctor en Economía por la Universitat de Barcelona. Actualmente, es profesor-investigador del ICEA de la UAEH. Cultiva la línea de generación de aplicación del conocimiento de macroeconomía del crecimiento, de los ciclos económicos y estrategias para el desarrollo. Es miembro del SNI con nivel 1.

**Contacto:** zeus\_hernandez@uaeh.edu.mx

---

**Kurt Unger Rubín**

Es mexicano. Estudió la Licenciatura en Economía y la Maestría en Administración en el ITESM y tiene la Maestría y el Doctorado en Economía por la Universidad de Sussex. Es profesor-investigador emérito en la División de Economía del CIDE, y se le otorgó la categoría de investigador nacional emérito; tiene más de 50 años de experiencia en instituciones como el Centro de Estudios Económicos (CEE) de El Colegio de México y en la Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas (EGADE) del ITESM.

**Contacto:** kurt.unger@cide.edu.

---

**Víctor Hugo Hernández  
García**

Mexicano. Es licenciado en Economía por la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente, es jefe de departamento de investigación "A" en la Dirección General Adjunta de Investigación del INEGI. Se especializa en temas relacionados con la Matriz de Contabilidad Social, Matriz Insumo-Producto nacional y regional, modelos de equilibrio general computable, así como distribución funcional y personal del ingreso.

**Contacto:** victor.garcia@inegi.org.mx.

---

**Mario Alberto Mendoza  
Sánchez**

Mexicano. Es doctor en Economía por la Universidad de Sonora. En el ámbito laboral se desempeña como profesor del Departamento de Economía de la Universidad de Sonora; imparte cursos de economía política y modelos económicos y laborales. Es miembro del SNI; se especializa en temas relacionados con la construcción y análisis del modelo insumo-producto orientado al estudio de la estructura, el crecimiento y desarrollo económicos.

**Contacto:** mario.mendoza@unison.mx.

---

**José Valentín Solís y Arias**

Mexicano. Es economista graduado en la Facultad de Economía de la UNAM y postgraduado (*MA and MPhil Degrees in Economics*) en la Universidad de Brunel en el Reino Unido. Es investigador de la Dirección General Adjunta de Investigación en el INEGI. Ha trabajado más de 35 años con modelos multisectoriales de amplia cobertura, en formatos de optimización estática y dinámica, modelos de multiplicadores contables con matrices de contabilidad social y modelos de insumo-producto.

**Contacto:** valentin.solis@inegi.org.mx.

## Política y lineamientos editoriales

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA es una publicación cuatrimestral que sirve de enlace entre la generación de la información estadística y geográfica oficial y la investigación académica para compartir el conocimiento entre especialistas e instituciones con propósitos similares.

Solo se aceptarán trabajos inéditos y originales relacionados con la situación actual del uso y aplicación de la información estadística y geográfica a nivel nacional e internacional.

Es una revista técnico-científica, bilingüe, cuyos trabajos son arbitrados por pares (especialistas), bajo la metodología doble ciego, con los siguientes criterios de evaluación: trabajos inéditos, originalidad, actualidad y oportunidad de la información, claridad en la definición de propósitos e ideas planteadas, cobertura de los objetivos definidos, estructura metodológica adecuada y congruencia entre la información contenida en el trabajo y las conclusiones.

### Registros

- LATINDEX Catálogo 2.0 (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).
- CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades).
- BIBLAT (Bibliografía Latinoamericana en Revistas de Investigación Científica y Social).

### Lineamientos para publicar

Se publicarán trabajos en español e inglés: artículos de investigación, revisión y divulgación; ensayos; metodologías; informes técnicos; comunicaciones cortas; reseñas de libros; revisiones bibliográficas y estadísticas; entre otros.

Para que el trabajo sea sometido a dictaminación, es necesario que se reciban todos los elementos solicitados.

1. Una carta dirigida al editor responsable de REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, en la que se proponga el texto para su publicación; que se declare que es inédito (la Revista se reserva el derecho de verificar la originalidad de los trabajos con un software de similitud) y que no ha sido postulado de manera paralela en otro medio (incluir datos completos del(de los) autor(es), institución(es) de adscripción y cargo(s) que ocupa(n), domicilio(s), correo(s) electrónico(s) y teléfono(s)). Esta debe dirigirse a la atención de la M. en C. Virginia Abrin Batule, virginia.abrin@inegi.org.mx (tel. 55 5278 10 00, ext. 1069).
2. Título del trabajo (en español e inglés o viceversa); resúmenes de este en ambos idiomas (que no excedan de 10 renglones); palabras clave en español e inglés (mínimo tres, máximo cinco, separadas por punto y coma); bibliografía u otras fuentes.
3. Breve(s) semblanza(s) del(de los) autor(es) que no exceda(n) de un párrafo de cinco renglones y que incluya(n) nacionalidad(es), grado(s) académico(s) y su(s) institución(es); principal(es) experiencia(s) profesional(es); adscripción(es) laboral(es) actual(es); y dirección(es) electrónica(s) de contacto.
4. Los artículos publicados en REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA se distribuyen bajo una licencia CC BY-NC-4.0, por lo cual es libre de compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato; así como adaptar: remezclar, transformar y construir a partir del material. Por ello, el(los) autor(es) deberá(n) remitir la autorización de uso de obra debidamente requisitada y firmada.
5. El trabajo se debe presentar en formato *Word* o compatible, con: a) extensión no mayor de 25 cuartillas incluyendo cuadros, gráficas, bibliografía y fotos; b) tipografía Helvética, Arial o Times en 12 puntos; y c) interlineado de 1.5. El material adicional al texto se requiere por separado: a) las imágenes, con resolución de 300 ppp y un tamaño no menor a 17 centímetros de base (ancho) en formato JPG o TIF —no remuestrear (ampliar) imágenes de menor resolución—; si son líneas o mapas, deben entregarse en formato vectorial (EPS o Ai), y en caso de incluirse imágenes en mapa de bits, incrustarlas o enviarlas con el nombre con el cual se creó el vínculo (conservando los requerimientos de resolución y tamaño estipulados); para fotografías, estas no deben ser menores a 5 megapíxeles; b) las fórmulas o expresiones matemáticas tienen que elaborarse con el editor de ecuaciones propio de *Microsoft*; c) las gráficas, que incluyan el archivo en *Excel* con el cual se desarrollaron o, en su defecto, la imagen JPG legible, de origen, en alta resolución; y d) los cuadros, que sean editables, no se deben insertar como imagen. En todos los casos, incluir en la entrega un PDF testigo en el cual figuren exactamente dónde deben incluirse estos elementos.
6. De acuerdo con el formato de citación APA, las referencias bibliográficas deberán presentarse al final del artículo de la siguiente manera: nombre(s) del(de los) autor(es) comenzando por el(los) apellido(s); título de la publicación con cursivas (si se trata de un artículo, debe estar entrecorinado, seguido de coma y la preposición en con dos puntos y, en seguida, el título de la revista donde apareció publicado, con cursivas); país de origen; editorial; lugar y año de edición; página(s) consultada(s). En el caso de las fuentes electrónicas (páginas web), se debe seguir el mismo orden que en las bibliográficas, pero al final se pondrá entre paréntesis DE (dirección electrónica), la fecha de consulta y la liga corta, que esté verificada y activa. Se tienen que omitir aquellas que se mencionen como notas a pie de página. Si se aplica la opción de incluir en cuerpo de texto la referencia de nombre de autor y año de la fuente consultada entre paréntesis, si deben aparecer todas las referencias mencionadas.

Una vez cumplidos estos requisitos, la coordinación editorial enviará el trabajo a un grupo de expertos en el tema, quienes recomendarán o no su publicación.

El resultado del proceso de dictaminación se comunicará por correo electrónico, contemplando tres variantes: publicable con cambios menores, publicable con cambios mayores, y rechazado. El trabajo será publicado si, al menos, tiene dos dictámenes que así lo indiquen y después de que atienda las observaciones de los evaluadores; el trabajo no será publicado si dos evaluadores lo rechazan (la decisión final de su publicación es de la coordinación editorial de la Revista). Tras recibir el total de los dictámenes, se sugiere que el(los) autor(es) envíe(n) la nueva versión en un plazo no mayor a seis semanas.

Página electrónica: <http://rde.inegi.org.mx>.

## Editorial Guidelines and Policy

REALITY, DATA AND SPACE INTERNATIONAL JOURNAL OF STATISTICS AND GEOGRAPHY is a quarterly publication that serves as a link between the generation of official statistical and geographic information and academic research to share knowledge among specialists and institutions with similar purposes.

Only unpublished and original papers related to the current situation of the use and application of statistical and geographic information at national and international level will be accepted.

It is a technical-scientific, bilingual journal, whose papers are peer-reviewed, under the double-blind methodology, with the following evaluation criteria: unpublished papers, originality, relevance and timeliness of the information, clarity in the definition of purposes and ideas proposed, coverage of the defined objectives, adequate methodological structure and consistency between the information contained in the paper and the conclusions.

### Registrations

- LATINDEX Catálogo 2.0 (Regional Online Information System for Scientific Journals of Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal).
- CLASE (Latin American Citations in Social Sciences and Humanities).
- BIBLAT (Latin American Bibliography of Scientific and Social Research Journals).

### Publishing Guidelines

Papers will be published in Spanish and English: research, review and dissemination articles; essays; methodologies; technical reports; short communications; book reviews; bibliographic and statistical reviews; among others.

For the work to be submitted for review, it is necessary to receive all requested elements:

1. A letter addressed to the editor in charge of REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, proposing the text for publication; stating that it is unpublished and that it has not been submitted simultaneously in another medium (include complete data of the author(s), institution(s) of assignment and position(s) held, address(es), e-mail(s) and telephone number(s)). This should be addressed to M.Sc. Virginia Abrin Batule, virginia.abrin@inegi.org.mx (tel. 55 5278 10 00, ext. 1161).
2. Title of the paper (in Spanish and English); abstracts in both languages (not exceeding 10 lines); keywords in Spanish and English (minimum three, maximum five, separated by semicolons); bibliography or other sources.
3. Brief biographical sketch(es) of the author(s), not to exceed one paragraph of five lines, including nationality, academic degree(s) and institutions; main professional experience(s); current job assignment(s); and contact e-mail address(es).
4. The articles published in REALITY, DATA AND SPACE INTERNATIONAL JOURNAL OF STATISTICS AND GEOGRAPHY are distributed under a CC BY-NC-4.0 license, so it is free to share, copy, and redistribute the material in any medium or format, as well as adapt: remix, transform and build from the material. Therefore, the authors must submit the authorization of use of the work duly completed and signed by each of them.
5. The work must be presented in Word or compatible format with: a) no more than 25 pages including tables, graphs, bibliography and photos; b) Helvetica, Arial or Times font in 12 points; and c) 1.5 line spacing. Additional material to the text is required separately: a) images, with a resolution of 300 dpi and a size of no less than 17 centimeters base (width) in JPG or TIF format -do not resample (enlarge) images of lower resolution-; if they are lines or maps, they must be delivered in vector format (EPS or Ai), and in case bitmap images are included, embed them or send them with the name with which the link was created (keeping the resolution and size requirements stipulated); for photographs, these must not be smaller than 5 megapixels; b) formulas or mathematical expressions must be elaborated with *Microsoft*'s own equation editor, but in case of using third party software; c) graphs must include the Excel file with which they were developed or, failing that, the legible JPG image, in high resolution; and d) tables, which are editable, must not be inserted as an image. In all cases, include in the submission a witness PDF showing exactly where these elements should be included.
6. According to the APA citation format, bibliographical references should be presented at the end of the article as follows: name(s) of the author(s) beginning with the last name(s); title of the publication in italics (if it is an article, it should be in quotation marks, followed by a comma and the preposition "in" with a colon, and then the title of the journal where it was published, in italics); country of origin; publisher; place and year of publication; page(s) consulted. In the case of electronic sources (web pages), the same order should be followed as in the bibliographic sources, but at the end, EA (electronic address), the date of consultation and the short link, which is verified and active, should be placed in parentheses. Those mentioned as footnotes should be omitted. If the option to include in the body of the text the reference of the author's name and year of the source consulted in parentheses is applied, all the references mentioned must appear.

Once these requirements have been met, the editorial coordination will send the work to a group of experts on the subject, who will recommend or not its publication.

The result of the review process will be communicated by e-mail, contemplating three variants: publishable with minor changes, publishable with major changes, or rejected. The work will be published if it has at least two opinions indicating this and after the observations of the evaluators have been addressed; the work will not be published if it is rejected by two evaluators. After receiving all assessments, we encourage the author to submit the new version within a term no longer than six weeks.

Electronic page: <http://rde.inegi.org.mx>.

