



El trimestre económico

ISSN: 0041-3011

ISSN: 2448-718X

Fondo de Cultura Económica

Morales-López, Rodrigo  
Encadenamientos productivos clave para la economía  
mexicana: un análisis insumo-producto interregional<sup>1</sup>  
El trimestre económico, vol. 90, núm. 359, 2023, Julio-Septiembre, pp. 671-701  
Fondo de Cultura Económica

DOI: <https://doi.org/10.20430/ete.v90i359.1859>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31376351002>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

LAEM 

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

## Encadenamientos productivos clave para la economía mexicana: un análisis insumo-producto interregional\*

Key productive linkages for the Mexican economy:  
An interregional input-output analysis

*Rodrigo Morales-López\*\**

### ABSTRACT

The central objective of this work is to identify the most important state-sectors for the Mexican economy based on their productive linkages through the application of the hypothetical extraction method within the framework of interregional input-output analysis. The most important state-sectors tend to concentrate in the central subregion of the country, especially in Mexico City and Estado de Mexico; in the northeast subregion, particularly in Nuevo León, and in the southeastern oil subregion. The most important productive chain due to its backward and forward linkages is associated with petroleum mining and petroleum derivatives, chemicals, and plastics. Electrical, electronic, and transportation products show considerable backward linkages but have a high export orientation accompanied by intensive use of imported inputs. Services located in the biggest metropolitan areas of the country are another important sector for the economy. The results of this work provide inputs for the formulation of a regional industrial policy and for the study of the effects of economic crises on Mexico's state level productive structure. Ultimately,

\* Artículo recibido el 10 de enero de 2023 y aceptado el 18 de abril de 2023. Es una versión actualizada y corregida del trabajo galardonado con el tercer lugar en la tercera edición del premio Eliseo Mendoza 2022. El autor actualmente realiza una estancia posdoctoral en el Seminario de Análisis Regional y Estudios Espaciales (SAREE) de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se agradece la asesoría del doctor Luis Quintana Romero y del doctor Jaime Peña Ramírez en la elaboración de este trabajo. Su contenido es responsabilidad exclusiva del autor.

\*\* Rodrigo Morales-López, FES-Acatlán, UNAM, México (correo electrónico: ramorales88@gmail.com).

progress must be made toward sectoral diversification and the integration of federal entities and subregions that present the greatest disconnection.

*Keywords:* Productive linkages; interregional input-output; regional productive structure of Mexico; hypothetical extraction; key sectors. *JEL codes:* C67, L60, O25, R15, R32, R34.

## RESUMEN

El objetivo central de este trabajo es identificar los sectores-estado más importantes para la economía mexicana según sus encadenamientos productivos mediante la aplicación del método de extracción hipotética en el marco del análisis insumo-producto interregional. Los sectores-estado más importantes tienden a concentrarse en la subregión centro del país —especialmente en la Ciudad de México y el Estado de México—, en la subregión noreste —particularmente en Nuevo León— y en la subregión petrolera del sureste. La cadena productiva más importante por sus encadenamientos hacia atrás y hacia adelante es la asociada con la minería petrolera y los derivados de petróleo, química y plásticos. Los productos eléctricos, electrónicos y de transporte muestran niveles considerables de encadenamientos hacia atrás, pero presentan una orientación exportadora alta acompañada por un uso intensivo de insumos importados. Otro sector importante es el de los servicios ubicados en las zonas metropolitanas más importantes del país. Los resultados de este trabajo brindan insumos para la formulación de una política industrial de alcance regional y para el estudio de los efectos de las crisis económicas sobre la estructura productiva de México a nivel estatal. En definitiva, se debe avanzar hacia la diversificación sectorial y la integración de las entidades federativas y las subregiones que presentan la mayor desconexión.

*Palabras clave:* encadenamientos productivos; insumo-producto interregional; estructura productiva regional de México; extracción hipotética; sectores clave. *Clasificación JEL:* C67, L60, O25, R15, R32, R34.

## INTRODUCCIÓN

En la década de los ochenta México emprendió un proceso de apertura comercial que subordina la política industrial al modelo de crecimiento

hacia afuera, lo que ha ocasionado tres décadas de éxito externo y fracaso interno (Moreno-Brid, 2015); esto ha puesto de manifiesto la necesidad de una política industrial que tome en cuenta las particularidades de las distintas regiones en México. Además, las crisis económicas recurrentes —por ejemplo, la ocasionada recientemente por la covid-19— no sólo han puesto al descubierto las fallas estructurales de la planta productiva mexicana, sino que también demandan análisis detallados que identifiquen los efectos directos e indirectos de los choques internos y externos, con la finalidad de formular políticas que promuevan la resiliencia de la estructura productiva regional.

El objetivo central de esta investigación es identificar y caracterizar los sectores-estado más importantes para la economía mexicana según sus encadenamientos productivos mediante un análisis de insumo-producto interregional. Con ello, este trabajo brinda insumos para la formulación de una política industrial de alcance regional y para el estudio de los efectos de las crisis económicas sobre la estructura productiva.

México tiene una larga tradición de estudios que emplean el análisis insumo-producto regional; sin embargo, hasta donde el autor tiene conocimiento, este trabajo es el primero que estima los encadenamientos productivos principales tomando en cuenta la totalidad de las transacciones intersectoriales de compras y ventas que realizan entre sí las 32 entidades federativas. Asimismo, se utiliza una técnica de insumo-producto —método de extracción hipotética (HEM, por sus siglas en inglés)— que permite observar de manera clara el impacto de los sectores-estado en la producción bruta.

La distribución del presente documento es la siguiente: después de la introducción, en la sección I, se presentan, como antecedentes, datos relevantes de la estructura productiva regional de México y del impacto asimétrico que tuvo la crisis de covid-19 a escala estatal, así como algunos aspectos importantes de los encadenamientos productivos. En la sección II se desarrolla la metodología a utilizar. En la sección III se sintetizan y analizan los resultados de los ejercicios realizados. Al finalizar, en la sección IV se realizan las reflexiones finales de acuerdo con los hallazgos obtenidos.

## I. ANTECEDENTES

Uno de los rasgos estructurales de la economía mexicana es la heterogeneidad de su planta productiva. El periodo de sustitución de importaciones

permitió la transición de sectores manufactureros tradicionales y de consumo básico a industrias de productos duraderos como la metalmecánica, la química y la petroquímica, lo que ha consolidado a la Zona Metropolitana del Valle de México, la de Guadalajara y la de Saltillo-Monterrey como los tres polos económicos más importantes del país (Quintana Romero, Isaac y Nandayapa, 2007).

Sin embargo, a partir de la adopción del modelo de crecimiento hacia afuera, se generó un proceso de aglomeración geográfica de la manufactura en la frontera norte que no ha contribuido a estimular el crecimiento manufacturero de México (Mendoza-Cota y Pérez-Cruz, 2007). Más bien, Quintana Romero et al. (2007) señalan que entre 1988 y 1998 México perdió 42% de sus núcleos productivos manufactureros más sólidos, tendencia que siguió observándose en 2003. Las exportaciones son el único rubro que ha crecido de manera consistente durante los últimos años; no obstante, tienden a incorporar poco valor agregado y a tener un bajo nivel de encadenamientos con el resto de la estructura productiva (Fujii-Gambero y Cervantes, 2017).

Además de los problemas estructurales de la planta productiva, la crisis ocasionada por la covid-19 encontró a México en una trampa de bajo crecimiento de larga data, elevada pobreza y desigualdad (Moreno-Brid, 2020). Estos rasgos se presentan con más o menos intensidad dependiendo de la región analizada. El cuadro 1 muestra la participación en el producto interno bruto (PIB) y el crecimiento promedio entre 2015 y 2019 de las regiones y las subregiones mexicanas.<sup>1</sup>

Las actividades productivas de la economía mexicana se concentran en la región central, específicamente en la subregión centro. Contrasta un peso considerable de la región norte con una participación baja de la región sur. La subregión conformada por Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas es la que muestra una mayor participación en la región norte. En la región sur, el

<sup>1</sup> En este trabajo se utiliza la regionalización propuesta por Asuad (2020), pues toma en cuenta los flujos entre los nodos de producción dominantes y sus áreas de influencia mediante el análisis indirecto de los flujos de transporte y comunicación. La región central se encuentra conformada por la subregión centro (Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala), la subregión centro-norte (Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas), la subregión centro-occidente (Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit) y la subregión centro-oriental (Veracruz). La región norte se conforma por la subregión norte (Chihuahua y Durango), la subregión noreste (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), la subregión noroeste (Baja California y Sonora) y la subregión de la península de Baja California-Litoral Pacífico (Baja California Sur y Sinaloa). La región sur se compone por la subregión sureste (Campeche y Tabasco), la subregión suroeste (Chiapas, Guerrero y Oaxaca) y por la subregión de la península de Yucatán (Yucatán y Quintana Roo).

CUADRO 1. *Participación en el PIB y crecimiento promedio entre 2015 y 2019 de las regiones y subregiones de México (en porcentajes)<sup>a</sup>*

<i>Región/subregión</i>	<i>Participación</i>	<i>Crecimiento</i>
<i>Central</i>	58.6	2.4
Centro	33.1	2.5
Centro-norte	10.5	2.6
Centro-occidente	10.5	2.6
Centro-oriente	4.6	0.5
<i>Norte</i>	27.9	2.8
Norte	4.4	2.8
Noreste	13.9	2.6
Noroeste	6.5	2.9
Península de Baja California-Litoral Pacífico	3.1	4.1
<i>Sur</i>	13.6	-1.7
Sureste	6.1	-5.0
Suroeste	4.4	-0.4
Península de Yucatán	3.0	3.9
<i>Total</i>	100.0	1.9

<sup>a</sup> La participación se refiere al peso promedio ponderado en el PIB nacional obtenido por las regiones y subregiones entre 2015 y 2019. El crecimiento se refiere a la tasa promedio anual del PIB entre 2015 y 2019.

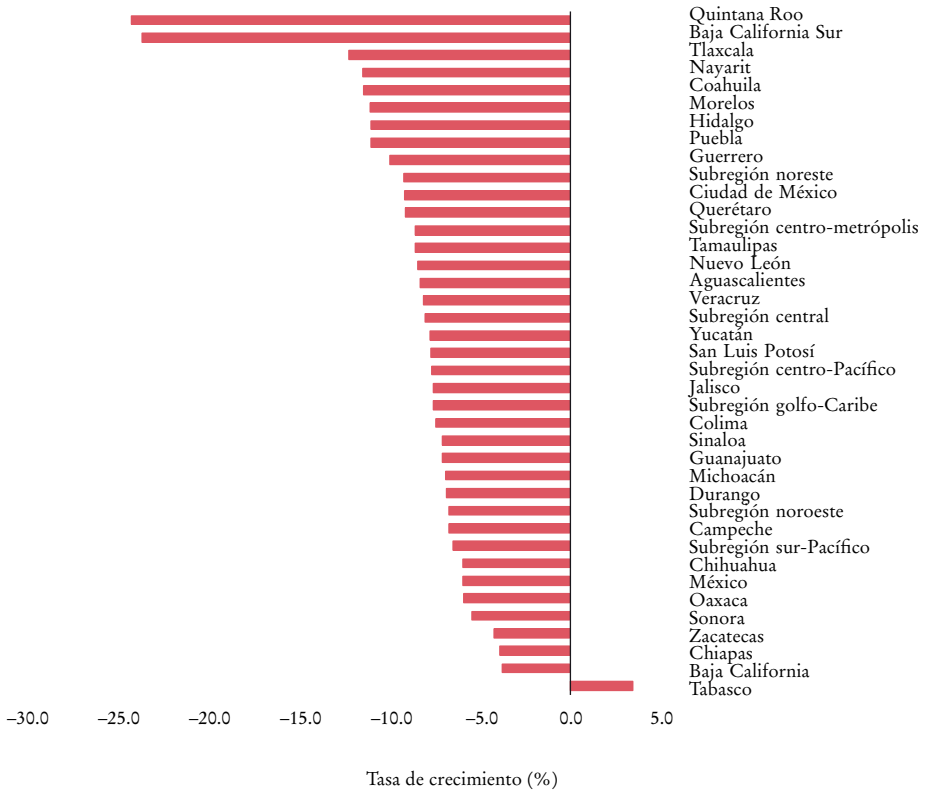
FUENTE: elaboración propia con base en datos de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

mayor peso lo ostentan los estados petroleros de Campeche y Tabasco (véase el cuadro 1).

Por otro lado, a pesar de que la península de Baja California-Litoral Pacífico y la península de Yucatán presentan una menor participación en el PIB, son las subregiones que más crecieron durante 2015-2019. Las demás mostraron un crecimiento económico lento, las del sureste y suroeste incluso decrecieron, lo que provocó una caída conjunta de 1.9% en el sur durante el periodo analizado (véase el cuadro 1).

El impacto económico de la crisis ocasionada por la pandemia de covid-19 no fue uniforme a nivel regional. Según datos del INEGI, en 2020 la economía mexicana decreció 8.2%. A partir del segundo trimestre de 2021 el PIB comenzó a recuperarse; sin embargo, aún no alcanza los niveles de 2019 y

GRÁFICA 1. *Tasa de crecimiento de las entidades federativas y subregiones de México, 2019-2020 (en porcentajes)*



FUENTE: elaboración propia con base en datos del INEGI.

actualmente el país se encuentra inmerso en un contexto internacional lleno de incertidumbre.

La gráfica 1 muestra la caída del PIB a nivel de subregión y entidad federativa en 2020. La región central fue la que sufrió el mayor impacto, con una caída de 8.2%, mientras que el norte y el sur cayeron 7.9 y 6.9%, respectivamente. No obstante, a nivel de subregión, las más vinculadas con el turismo fueron las que experimentaron un mayor impacto. La península de Yucatán cayó 16.3%, debido a un decrecimiento de 24.1% en Quintana Roo, y la península de Baja California-Litoral Pacífico sufrió un desplome de 11.7%,

por una reducción de 23.5% en Baja California Sur. En la gráfica 1 también se advierten asimetrías intrarregionales, por ejemplo, Quintana Roo (estado que más decreció) y Tabasco (el único que creció) pertenecen a la región Sur, y Baja California Sur (el segundo que más decreció) y Baja California (el que menos decreció) pertenecen a la región norte.

En general, la pandemia en México afectó el consumo y la inversión privada, los sectores manufactureros orientados hacia la producción de exportaciones —como equipo de transporte, maquinaria y equipo— y los sectores de servicios —como el turismo y los culturales—, puesto que la proximidad social es vital para llevar a cabo sus actividades (Mendoza, Quintana Romero, Salas y Valdivia, 2021). Asimismo, las medidas de confinamiento adoptadas para hacer frente a la emergencia sanitaria provocaron un aumento de la pobreza, la pobreza extrema, la desigualdad y la precarización laboral, siendo los estados del centro, la frontera norte y los que dependen del turismo, así como el trabajo por cuenta propia y las pequeñas unidades económicas los más afectados (Salas, Quintana Romero, Mendoza y Valdivia, 2020).

En este contexto, resulta pertinente identificar los encadenamientos productivos más importantes para la economía mexicana, con base en su localización regional y subregional. Su identificación puede servir de insumo para formular políticas económicas que aumenten la capacidad de los distintos territorios para superar las crisis venideras. Además, el estudio de las interrelaciones productivas más importantes es de utilidad a fin de formular una política industrial de alcance regional que contribuya a atacar los problemas estructurales de la planta productiva de México.

Ocampo (2011) sostiene que la articulación productiva es importante para el crecimiento económico, debido a que reduce la heterogeneidad sectorial de las oportunidades generadas por los aumentos de la productividad y el progreso técnico, así como los efectos de arrastre e impulso que generan las compras y las ventas de los distintos sectores en el resto de la economía. Asimismo, Caliendo, Parro, Rossi-Hansberg y Sarte (2018), mediante el estudio del caso estadounidense, argumentan que los vínculos a niveles sectorial y espacial son relevantes para explicar la propagación de un cambio en la productividad de un sector-región al resto de la economía. En general, los encadenamientos productivos regionales han sido estudiados con los objetivos de identificar sectores económicos clave (Amheka, Aviso, Nguyen y Yu, 2021) y estimar el impacto económico de choques internos y externos sobre la economía (Shibusawa y Miyata, 2017).

## II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

El análisis insumo-producto regional es la base metodológica para esta investigación. México tiene una larga tradición de estudios que emplean este método para diferentes regiones, la mayoría de los cuales ha estimado matrices insumo-producto a fin de estudiar aspectos específicos de las estructuras productivas estatales o regionales (Garduño Maya, 2021; Huitrón, 2021; Ayala, Chapa y Treviño, 2015; Dávila, 2015).

México dispone de tres bases de datos de matrices insumo-producto regionales de acceso público. El Centro de Estudios de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS) de la Facultad de Economía de la UNAM estimó matrices de 2008 para cada uno de los 32 estados y para 11 subregiones de México, mediante una técnica de abajo arriba (Asuad, 2019). El área de investigación del Banco de México construyó matrices de 2013 para cuatro regiones del país (Chiquiar, Alvarado, Quiroga y Torre, 2017) con la metodología de coeficientes de localización de Flegg. Por último, Haddad et al. (2020) estimaron una matriz interregional de 2013, que contiene las relaciones intersectoriales de las 32 entidades federativas de México, mediante un método de carácter híbrido que usa la información de los cuadros de oferta y utilización nacionales y del sistema de estadísticas sectoriales estatales.

Este trabajo utiliza la matriz elaborada por Haddad et al. (2020), porque es la única que posee información acerca de las transacciones intersectoriales de compra y venta que realizan entre sí las 32 entidades federativas de México. Además, posee un nivel de desagregación sectorial más detallado que las matrices del CEDRUS y del Banco de México. El periodo de referencia utilizado es 2013, no obstante, debe considerarse que la estructura productiva se caracteriza por sufrir cambios menores en el tiempo.

La investigación coordinada por Dávila (2015) es pionera en el análisis insumo-producto interregional mexicano; sin embargo, se analiza por separado la vinculación existente entre siete regiones distintas de México y el resto del país. La utilización de la matriz de Haddad et al. (2020) posibilita realizar un estudio de encadenamientos productivos regionales con base en los vínculos intersectoriales entre los 32 estados mexicanos.

En general, la construcción de matrices multirregionales implica estimaciones de información no disponible. En el caso de la matriz de Haddad et al. (2020), los autores asumieron que los agentes económicos comparten las

mismas preferencias y tecnología en todas las regiones del país, aunque se diferencian las fuentes regionales de insumos intermedios y productos finales a nivel sector-estado. Esto puede representar algunas limitaciones en el análisis, sin embargo, los autores realizan una validación heurística de la matriz, la cual es la norma en este tipo de literatura.

### 1. Modelo insumo-producto interregional

El análisis insumo-producto es un marco analítico desarrollado por Wassily Leontief (1936) cuyo objetivo principal es el estudio de las relaciones interindustriales en la economía. El modelo consiste en una serie de ecuaciones lineales que describen la distribución del producto de una industria a lo largo de toda la economía y así forman una tabla de transacciones interindustriales unida a los componentes de demanda final y valor agregado de cada industria. De forma matricial, el modelo unir/regional para  $n$  sectores se representa de la siguiente manera:<sup>2</sup>

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & \cdots & Z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1} & \cdots & Z_{nn} \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad V = [V_1 \dots V_n] \quad (1)$$

donde  $X$  es el vector del valor bruto de producción (VBP) de orden  $n \times 1$ ;  $Z$  es la matriz de transacciones intersectoriales de orden  $n \times n$ ;  $Y$  es el vector de demanda final de orden  $n \times 1$ , y  $V$  es el vector de valor agregado (VA) de orden  $1 \times n$ .

El modelo se resuelve por el lado de la demanda de la siguiente manera:

$$X = Zi + Y \quad (2)$$

Mientras, por el lado de la oferta:

$$X = Zi + V' \quad (3)$$

<sup>2</sup> Por conveniencia se agregan en un solo vector los componentes de demanda final y valor agregado.

donde  $i$  representa un vector compuesto por unos (1), y el superíndice ' indica una operación de trasposición.

Un supuesto fundamental es que los flujos intersectoriales (por ejemplo, del sector  $i$  al  $j$ ) para un periodo dado dependen enteramente del producto total del sector receptor (sector  $j$ ) en ese mismo lapso. Este supuesto se visualiza matemáticamente mediante los coeficientes técnicos de entrada de cada sector:<sup>3</sup>

$$A_{ij} = Z_{ij} / X_j \quad (4)$$

El modelo insumo-producto puede resolverse desde el punto de vista de la demanda (Leontief, 1936) y de la oferta (Ghosh, 1958). El modelo basado en la demanda se utiliza a fin de resolver la cantidad de producción necesaria para satisfacer aumentos previstos en los componentes de demanda final. Al partir de las matrices  $I$  y  $A$ , y resolver el vector  $X$  como una función de  $Y$  de la ecuación (2):

$$X = (I - A)^{-1} * Y \quad (5)$$

donde  $A$  es la matriz de coeficientes técnicos ( $n \times n$ ) de entrada;  $I$  es la matriz identidad ( $n \times n$ ), e  $(I - A)^{-1}$  es la matriz inversa de Leontief.

En el modelo de oferta de Ghosh (1958) la producción de cada industria se encuentra determinada por el vector de valor agregado. De esta manera, las ventas determinan el nivel de ingreso. Si se parte de la matriz  $D$  y se resuelve  $X$  como función del vector  $V$  de la ecuación (3):

$$X = V * (I - D)^{-1} \quad (6)$$

donde  $D$  es la matriz de coeficientes técnicos de salida ( $n \times n$ );  $I$  es la matriz identidad ( $n \times n$ ), e  $(I - D)^{-1}$  se conoce como la matriz inversa de Ghosh.

En el modelo de Ghosh se utiliza una matriz de coeficientes técnicos de salida ( $D$ ), donde cada elemento de la matriz  $D$  se calcula de la siguiente manera:

$$D_{ij} = Z_{ij} / X_i \quad (7)$$

<sup>3</sup> Estos coeficientes pueden ser de entrada ( $A_{ij}$ ) y de salida ( $D_{ij}$ ). Los de entrada se calculan con base en el VBP por columnas y los de salida, con base en el VBP por filas.

CUADRO 2. *Modelo insumo-producto interregional para el caso de dos regiones y un sector*

		Uso intermedio		Demanda final		
		Región A	Región B	Región A	Región B	$VBP$
		Sector 1	Sector 1	Sector 1	Sector 1	
Región A	Sector 1	Uso intermedio del producto doméstico ( $Z_{AA}$ )	Uso intermedio por la región B de las exportaciones de la región A ( $Z_{AB}$ )	Uso final del producto doméstico ( $Y_{AA}$ )	Uso final por la región B de las exportaciones de la región A ( $Y_{AB}$ )	$X_A$
Región B	Sector 1	Uso intermedio por la región A de las exportaciones de la región B ( $Z_{BA}$ )	Uso intermedio del producto doméstico ( $Z_{BB}$ )	Uso final por la región A de las exportaciones de la región B ( $Y_{BA}$ )	Uso final del producto doméstico ( $Y_{BB}$ )	$X_B$
$V_A$		$V_A$	$V_B$			
$VBP$		$X_A$	$X_B$			

FUENTE: elaboración propia.

Hasta el momento se ha presentado un modelo de insumo-producto uni-regional, sin embargo, en esta investigación se utiliza uno interregional. La diferencia es que las exportaciones se desagregan de acuerdo con el sector-región receptor y las importaciones, conforme al sector-región de donde provienen.

El cuadro 2 muestra la estructura básica de un modelo de insumo-producto interregional para dos regiones y un sector, donde se cumplen las siguientes identidades contables:  $Z_{AA} + Z_{AB} + Y_{AA} + Y_{AB} = X_A$ ;  $Z_{BB} + Z_{BA} + Y_{BB} + Y_{BA} = X_B$ ;  $Z_{AA} + Z_{BA} + V_A = X_A$ ;  $Z_{BB} + Z_{AB} + V_B = X_B$ . La matriz de Haddad et al. (2020) es interregional y está conformada por 32 regiones correspondientes a las entidades federativas de México.

## 2. Encadenamientos productivos interregionales: el método de extracción hipotética

Existen dos tipos de encadenamientos: provocados por las compras (hacia atrás) y por las ventas (hacia adelante) que realiza un sector, región o sector-región de la economía. La literatura del análisis insumo-producto ha

propuesto una serie de métodos para medir el grado de encadenamientos sectoriales en una economía. Los más simples analizan la matriz de coeficientes técnicos o la matriz inversa de Leontief. Entre los más sofisticados se encuentran el método de extracción hipotética (Dietzenbacher y Linden, 1997), el método de los coeficientes importantes (Aroche-Reyes, 1996), el de las longitudes medias de propagación (Dietzenbacher, Romero y Bosma, 2005), entre otros.

En este trabajo se utiliza el método de extracción hipotética (HEM), debido a que brinda una medida de fácil interpretación sobre el grado de encadenamientos que presenta un sector o sector-región con el resto de la economía. El método consiste en “extraer hipotéticamente” un sector o sector-región de la matriz de coeficientes técnicos de entrada (salida) y estimar el VBP mediante el modelo de Leontief (Ghosh). La extracción del sector de interés provoca una reducción del VBP obtenido respecto del valor original del VBP. La magnitud de esta reducción representa el grado de encadenamientos que tiene el sector extraído con la economía en su conjunto, o con un sector o estado en específico. Linden (1999) sostiene que lo adecuado es utilizar el modelo basado en la oferta de Ghosh para calcular los encadenamientos hacia adelante (*FL*) y el modelo basado en la demanda de Leontief para calcular los encadenamientos hacia atrás (*BL*).

El HEM ha sido ampliamente utilizado para evaluar los encadenamientos productivos a escalas subnacional, nacional e internacional. En México fue utilizado a nivel subnacional por Ayala et al. (2015), a fin de evaluar el impacto de un declive de la producción petrolera en la región conformada por Veracruz, Tabasco y Campeche. A escala nacional fue empleado por Murillo Villanueva, Almonte y Carbajal Suárez (2020) para evaluar el impacto económico del cierre de las actividades no esenciales a causa de la covid-19. Por último, a escala internacional, Boundi Chraki (2017) lo utilizó para analizar la dependencia interpaís y el nivel de integración entre los Estados Unidos, México y Canadá.

Miller y Lahr (2001) crean una taxonomía del método con siete casos posibles; en este trabajo se utiliza el caso 3 para estimar los encadenamientos hacia atrás (extracción de las compras intermedias) y el caso 4 para estimar los encadenamientos hacia adelante (extracción de las ventas intermedias).<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Dietzenbacher y Lahr (2013) señalan que existen más de siete casos posibles y extienden el modelo mediante extracciones hipotéticas parciales y expansiones hipotéticas.

Con base en un modelo insumo-producto interregional de Leontief conformado por 32 entidades federativas (regiones) y 37 sectores, el primer paso para estimar los encadenamientos hacia atrás es la extracción de la columna (convertir a ceros) correspondiente al sector-región de interés (sector  $i$  en la región  $k$ ) en la matriz de coeficientes técnicos de entrada ( $A$ ):

$$\begin{bmatrix} X_{ik}^{(-ik)} \\ X_k^{(-ik)} \\ X_r^{(-ik)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & A_{ikk} & A_{ikr} \\ 0 & A_{kk} & A_{kr} \\ 0 & A_{rk} & A_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{ik}^{(-ik)} \\ X_k^{(-ik)} \\ X_r^{(-ik)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{ik} \\ Y_k \\ Y_r \end{bmatrix} \quad (8)$$

donde  $X_{ik}^{(-ik)}$  es un escalar que representa la producción hipotética del sector-región  $ik$  al extraer las compras del sector-región  $ik$  de la matriz  $A$ ;  $X_k^{(-ik)}$  es un vector columna de orden  $36 \times 1$  que contiene la producción hipotética del resto de sectores correspondientes a la región  $k$  al extraer las compras del sector-región  $ik$ ;  $X_r^{(-ik)}$  es un vector columna de orden  $1147 \times 1$  con la producción hipotética de los sectores pertenecientes al resto de regiones  $r$ .  $A_{ikk}$  es un vector fila perteneciente a la matriz  $A$  de orden  $1 \times 36$ ;  $A_{ikr}$  es un vector fila de la matriz  $A$  de orden  $1 \times 1147$ ;  $A_{kk}$  es una submatriz de la matriz  $A$  de orden  $36 \times 36$ ;  $A_{kr}$  es una submatriz de la matriz  $A$  de orden  $36 \times 1147$ ;  $A_{rk}$  es una submatriz de la matriz  $A$  de orden  $1147 \times 36$ , y  $A_{rr}$  es una submatriz de la matriz  $A$  de orden  $1147 \times 1147$ .  $Y_{ik}$  es un escalar que indica el valor de la demanda final correspondiente a los bienes y los servicios producidos por el sector-región  $ik$ ;  $Y_k$  es un vector columna de orden  $36 \times 1$  con la demanda final del resto de sectores de la región  $k$ , y  $Y_r$  es un vector columna de orden  $1147 \times 1$  que contiene la demanda final de los sectores del resto de regiones  $r$ .

Al resolver el modelo planteado en la ecuación (8) y encontrar el vector de producción bruta hipotética  $X^{(-ik)}$ , se definen los encadenamientos hacia atrás del sector-región  $ik$ :

$$d^{(-ik)} = X - X^{(-ik)} \quad (9)$$

$$BL^{(-ik)} = (d^{(-ik)} \ominus X) * 100 \quad (10)$$

donde  $X$  es el vector de orden  $1184 \times 1$  que contiene el VBP real para cada uno de los sectores-región que conforman la matriz;  $d^{(-ik)}$  es la diferencia entre el vector  $X$  menos el vector de producción hipotética de México al

extraer las compras del sector-región  $ik$  y resolver el modelo de Leontief (1936); el operador  $\ominus$  representa la división elemento por elemento;  $BL^{(-ik)}$  es un vector de orden  $1184 \times 1$  cuyos valores son el porcentaje de reducción del vBP hipotético respecto del real de los 1184 sectores-región al extraer las compras del sector-región  $ik$  en la resolución del modelo de Leontief. La magnitud de estos porcentajes representa la importancia que tiene el sector-región  $ik$  en la producción del resto de sectores de la economía por las compras que realiza. El promedio ponderado por el vBP real de los elementos del vector  $BL^{(-ik)}$  es igual a los encadenamientos hacia atrás que tiene el sector-región  $ik$  en la economía mexicana en su conjunto, y su valor representa la proporción de la pérdida en el vBP nacional por la “extracción hipotética” de las compras del sector-región extraído  $ik$ .

Los encadenamientos hacia adelante se calculan por medio de la “extracción hipotética” de las ventas del sector-región de interés  $ik$  en la matriz de coeficientes técnicos de salida al resolver el modelo basado en la oferta de Ghosh (1958):

$$\begin{bmatrix} FX_{ik}^{(-ik)} \\ FX_k^{(-ik)} \\ FX_r^{(-ik)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} FX_{ik}^{(-ik)} \\ FX_k^{(-ik)} \\ FX_r^{(-ik)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ D_{kik} & D_{kk} & D_{kr} \\ D_{rik} & D_{rk} & D_{rr} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{ik} \\ V_k \\ V_r \end{bmatrix} \quad (11)$$

donde  $FX_{ik}^{(-ik)}$  es un escalar que representa la producción hipotética del sector-región  $ik$  al extraer las ventas de este sector-región de la matriz  $D$ ;  $FX_k^{(-ik)}$  es un vector columna de orden  $36 \times 1$  que contiene la producción hipotética (al resolver el modelo de Ghosh) del resto de sectores correspondientes a la región  $k$  al extraer las ventas del sector-región  $ik$ ;  $FX_r^{(-ik)}$  es un vector columna de orden  $1147 \times 1$  con la producción hipotética de los sectores pertenecientes al resto de regiones  $r$ .  $D_{kik}$  es un vector columna perteneciente a la matriz  $D$  de orden  $36 \times 1$ ;  $D_{rik}$  es un vector columna de la matriz  $D$  de orden  $1147 \times 1$ ;  $D_{kk}$  es una submatriz de la matriz  $D$  de orden  $36 \times 36$ ;  $D_{kr}$  es una submatriz de la matriz  $D$  de orden  $36 \times 1147$ ;  $D_{rk}$  es una submatriz de la matriz  $D$  de orden  $1147 \times 36$ , y  $D_{rr}$  es una submatriz de la matriz  $D$  de orden  $1147 \times 1147$ .  $V_{ik}$  es un escalar que indica el valor del VA del sector-región  $ik$ ;  $V_k$  es un vector columna de orden  $36 \times 1$  con el valor agregado del resto de sectores de la región  $k$ , y  $V_r$  es un vector columna de orden  $1147 \times 1$  que contiene la demanda final de los sectores del resto de regiones  $r$ .<sup>5</sup>

<sup>5</sup> En el caso de una matriz interregional para un país, las importaciones de insumos desde el resto del

Al resolver el modelo planteado en la ecuación (11) y encontrar el vector de producción bruta hipotética  $FX^{(-ik)}$ , se definen los encadenamientos hacia adelante del sector-región  $ik$ :

$$Fd^{(-ik)} = X - FX^{(-ik)} \quad (12)$$

$$FL^{(-ik)} = (Fd^{(-ik)} \ominus X) * 100 \quad (13)$$

donde  $Fd^{(-ik)}$  es la diferencia del vector  $X$  menos el vector de producción hipotética de México al extraer las ventas del sector-región  $ik$  y resolver el modelo de Ghosh (1958);  $FL^{(-ik)}$  es un vector de orden  $1\ 184 \times 1$  cuyos valores son el porcentaje de reducción del VBP hipotético respecto del real de los 1 184 sectores-región al extraer las ventas del sector-región  $ik$  en el modelo de Ghosh. La magnitud de estos porcentajes representa la importancia que tiene el sector-región  $ik$  en la producción del resto de sectores de la economía por las ventas que realiza (encadenamientos hacia adelante). El promedio ponderado por el VBP real de los elementos del vector  $FL^{(-ik)}$  es igual a los encadenamientos hacia adelante que tiene el sector-región  $ik$  en la economía mexicana en su conjunto, y su valor representa la proporción de la pérdida en el VBP nacional por las ventas del sector-región extraído  $ik$ .

En esta investigación se calculan los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante de los 1 184 sectores (37 sectores para cada uno de los 32 estados mexicanos) que contiene la matriz interregional de Haddad et al. (2020), y se ordenan según el valor los encadenamientos productivos totales.

### III. RESULTADOS

El análisis de los resultados obtenidos se hace en dos subsecciones. En la primera se muestran los 20 sectores-estado más importantes para la producción bruta de la economía mexicana, por sus encadenamientos hacia atrás, hacia adelante y totales. En la segunda se realiza un análisis de los sectores-estado identificados como clave de acuerdo con su nivel de influencia a escalas subregional y regional.

mundo se incluyen como componente del valor agregado a fin de resolver el modelo de Ghosh.

### 1. Ranking de los sectores-estado más importantes para la producción bruta de la economía mexicana

El cuadro 3 contiene el *ranking* de sectores-estado mexicanos de acuerdo con la importancia en la producción bruta nacional por las compras que realizan a la totalidad de la economía mexicana. El impacto de un choque interno o externo sobre tales compras sería el mayor entre los 1 184 sectores-estado que conforman la estructura productiva regional mexicana representada en la matriz de Haddad et al. (2020). Aparte del *ranking* y el valor del impacto sobre el VBP nacional derivado de la extracción hipotética de las compras de estos sectores-estado, el cuadro 3 incluye tres indicadores adicionales: la participación de los sectores-estado en el VBP nacional, la orientación exportadora y la proporción del uso de insumos importados en el consumo intermedio a nivel sector-estado.

El *top 20* muestra una concentración a escalas sectorial, estatal y subregional. Once sectores se encuentran localizados en la región central, siete en la región norte y solamente dos en la región sur. Además, únicamente 12 estados y siete subregiones participan en el *top*. Las subregiones sin presencia en el *top 20* son: península de Baja California-Litoral Pacífico en la región norte; península de Yucatán y suroeste en la región sur, y centro-norte en la región central.

La composición sectorial del *top* indica una alta presencia de la manufactura —16 posiciones—; sin embargo, solamente cuatro sectores manufactureros diferentes aparecen en el *ranking*. Los servicios ocupan tres posiciones —todos localizados en la Ciudad de México—, mientras que el sector primario sólo se encuentra representado por la minería petrolera de Campeche. El sector de productos eléctricos, electrónicos y de transporte ocupa siete posiciones —cuatro en la región norte y tres en la central—, siendo los de Coahuila y Nuevo León los más importantes. La extracción hipotética de las compras que realiza el sector eléctrico, electrónico y de transporte de Coahuila generaría una pérdida de 0.86% en la producción bruta nacional de México (véase el cuadro 3). El otro sector importante por las compras que realiza es el de derivados de petróleo, química y plásticos, que ocupa seis posiciones en el *ranking* —tres en la región central, dos en el norte y una en el sur—.

De los 20 sectores-estado de mayor importancia por sus encadenamientos hacia atrás, 10 presentan una orientación exportadora arriba del promedio.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> La matriz de Haddad et al. (2020) está conformada por 1 184 sectores-estado, de los cuales 439

CUADRO 3. Ranking de los sectores-estado más importantes para la economía mexicana por sus encadenamientos hacia atrás, 2013 (en porcentajes)<sup>a</sup>

Ranking	Sector	Estado	Subregión	BL	% VBP	% exp.	% insi
1	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Coahuila	Noreste	0.86	1.69	81.91	54.72
2	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Nuevo León	Noreste	0.81	1.49	63.70	51.50
3	Derivados del petróleo, química y plásticos	México	Centro	0.78	0.93	12.97	23.14
4	Derivados del petróleo, química y plásticos	Ciudad de México	Centro	0.75	0.78	7.88	15.33
5	Derivados del petróleo, química y plásticos	Veracruz	Centro-orientado	0.72	0.90	11.98	23.73
6	Transportes, correos y almacenamiento	Ciudad de México	Centro	0.67	1.31	7.64	21.97
7	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Chihuahua	Norte	0.65	1.26	84.75	54.46
8	Industria alimentaria	México	Centro	0.65	0.81	5.66	13.98
9	Derivados del petróleo, química y plásticos	Tamaulipas	Noreste	0.64	0.82	22.19	26.09
10	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	México	Centro	0.62	1.14	49.90	51.89
11	Servicios financieros y de seguros	Ciudad de México	Centro	0.57	1.38	4.26	5.53
12	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Sonora	Noroeste	0.56	1.10	61.31	54.37
13	Minería petrolera	Campeche	Sureste	0.55	2.55	48.26	20.71
14	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Jalisco	Centro-occidente	0.55	0.98	90.25	51.80
15	Derivados del petróleo, química y plásticos	Tabasco	Sureste	0.54	0.73	3.60	27.65
16	Derivados del petróleo, química y plásticos	Nuevo León	Noreste	0.54	0.63	14.89	20.61
17	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Puebla	Centro	0.52	1.00	49.11	54.04
18	Información en medios masivos	Ciudad de México	Centro	0.51	1.19	0.93	19.96
19	Metálica básica y productos metálicos	Coahuila	Noreste	0.51	0.71	47.96	27.54
20	Industria alimentaria	Jalisco	Centro-occidente	0.49	0.62	4.33	12.63

<sup>a</sup> El *ranking* hace referencia a la posición de los sectores-estado mexicanos de acuerdo con su importancia en la economía debido a sus encadenamientos hacia atrás (*BL*). % VBP = participación en el valor bruto de la producción nacional; % exp. = orientación exportadora (participación de las exportaciones en el VBP a nivel sector-estado); % insi = proporción de insumos importados en el consumo intermedio a nivel sector-estado.

FUENTE: elaboración propia con base en datos de Haddad et al. (2020).

CUADRO 4. Ranking de los sectores-estado más importantes para la economía mexicana por sus encadenamientos hacia adelante, 2013 (en porcentajes)<sup>a</sup>

Ranking	Sector	Estado	Subregión	FL	% VBP	% exp.
1	Minería petrolera	Campeche	Sureste	2.07	2.55	48.26
2	Servicios de apoyo a los negocios	Ciudad de México	Centro	1.55	1.11	0.03
3	Minería petrolera	Tabasco	Sureste	1.10	1.25	45.15
4	Servicios profesionales, científicos y técnicos	Ciudad de México	Centro	0.94	0.77	0.30
5	Derivados del petróleo, química y plásticos	Veracruz	Centro-oriente	0.89	0.90	11.98
6	Derivados del petróleo, química y plásticos	México	Centro	0.83	0.93	12.97
7	Derivados del petróleo, química y plásticos	Tabasco	Sureste	0.82	0.73	3.60
8	Derivados del petróleo, química y plásticos	Ciudad de México	Centro	0.72	0.78	7.88
9	Derivados del petróleo, química y plásticos	Tamaulipas	Noreste	0.70	0.82	22.19
10	Información en medios masivos	Ciudad de México	Centro	0.67	1.19	0.93
11	Servicios financieros y de seguros	Ciudad de México	Centro	0.58	1.38	4.26
12	Derivados del petróleo, química y plásticos	Nuevo León	Noreste	0.56	0.63	14.89
13	Corporativos	Ciudad de México	Centro	0.55	0.34	0.00
14	Derivados del petróleo, química y plásticos	Guanajuato	Centro-norte	0.48	0.50	11.79
15	Metálica básica y productos metálicos	Nuevo León	Noreste	0.46	0.60	31.51
16	Metálica básica y productos metálicos	Coahuila	Noreste	0.41	0.71	47.96
17	Derivados del petróleo, química y plásticos	Jalisco	Centro-occidente	0.39	0.43	12.86
18	Servicios de apoyo a los negocios	Nuevo León	Noreste	0.37	0.26	0.03
19	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Nuevo León	Noreste	0.36	1.49	63.70
20	Comercio al por menor	México	Centro	0.36	0.71	13.59

<sup>a</sup> El *ranking* hace referencia a la posición de los sectores-estado mexicanos de acuerdo con su importancia en la economía por sus encadenamientos hacia adelante (FL). % VBP = participación en el valor bruto de la producción nacional; % exp. = orientación exportadora (participación de las exportaciones en el VBP a nivel sector-estado).

FUENTE: elaboración propia con base en datos de Haddad et al. (2020).

Los siete sectores de productos eléctricos, electrónicos y de transporte son los que presentan los mayores niveles de orientación exportadora, pues alcanzan 90% en Jalisco. A pesar de que estos sectores — eminentemente exportadores — tienen un nivel considerable de encadenamientos hacia atrás, su vinculación por medio de las compras que realizan podría ser mayor, ya que presentan un uso intensivo de insumos importados en sus procesos productivos, al llegar a 58% del consumo intermedio en Coahuila.<sup>7</sup>

Un punto importante en el caso de los productos eléctricos, electrónicos y de transporte es que la dinámica productiva y exportadora difiere entre maquinaria y equipo, el equipo eléctrico, la electrónica y el equipo de transporte. Fujii-Gamero y Cervantes (2017) señalan que el valor agregado interno contenido en las exportaciones mexicanas asciende a 50% en las de equipo de transporte y a 21% en los productos electrónicos. Por lo tanto, se infiere que los encadenamientos hacia atrás de productos eléctricos, electrónicos y de transporte con el resto de la economía cobran relevancia gracias al requerimiento de insumos nacionales que realiza la industria automotriz. El cuadro 4 muestra el *ranking* de los sectores-estado más importantes para la producción bruta nacional por las ventas que realizan al conjunto de la economía mexicana.

De inmediato se observan diferencias notables entre el *ranking* de los sectores-estado con más encadenamientos hacia adelante (cuadro 4) y los más importantes por sus encadenamientos hacia atrás (cuadro 3). En primer lugar, en el *top 20* por sus encadenamientos hacia adelante sólo aparece una vez el sector de productos eléctricos, electrónicos y de transporte — en Nuevo León en la posición 19—. En segundo lugar, los servicios aparecen con más frecuencia al ocupar siete posiciones — cinco en la Ciudad de México —, lo que reduce la presencia de la manufactura — de 16 a 11 posiciones, la mayoría del sector de derivados del petróleo, química y plásticos—. En tercer lugar, la minería petrolera adquiere una relevancia mucho mayor, siendo la de Campeche el sector más importante por las ventas que realiza al resto de sectores-estado.

Además, los valores de los sectores más importantes — *top 5* — de ambos *rankings* son más altos en los encadenamientos hacia adelante. La extracción presentan una participación igual o mayor a 0.01% del vBP nacional y una orientación exportadora igual o mayor a 1%. El promedio de la proporción de las exportaciones en el vBP a nivel sector-estado de estos 439 sectores asciende a 19.1%, valor que se considera en el análisis de la orientación exportadora.

<sup>7</sup> Se considera que los sectores-estado presentan un uso intensivo de insumos importados cuando superan 22.4% del consumo intermedio a nivel sector-estado (promedio de los 439 sectores).

hipotética de las ventas que realiza la minería petrolera de Campeche generaría una reducción de 2.07% en el vBP nacional; la de los servicios de apoyo a los negocios de la Ciudad de México ocasionaría una pérdida de 1.55%, y la de la minería petrolera de Tabasco alcanzaría una disminución de 1.10% (véase el cuadro 4). En contraste, la extracción de las compras que realizan los sectores-estado más importantes por sus encadenamientos hacia atrás no alcanza a provocar reducciones mayores a 1% en el vBP nacional (véase el cuadro 3).

La concentración regional se mantiene en ambos *rankings*. De los 20 sectores-estado del cuadro 4, 11 están localizados en la región central —ocho en la subregión centro: seis en la Ciudad de México y dos en el Estado de México—. La única subregión de la región norte con presencia en el *top 20* es la noreste —cuatro en Nuevo León—. Además, los tres sectores-estado localizados en el sur que aparecen en el *ranking* se ubican en la subregión petrolera del sureste.

Únicamente seis de los 20 sectores-estado del *ranking* tienen una orientación exportadora arriba del promedio, lo cual indica que la mayoría depende más del mercado interno que del externo. Cuatro de estos sectores pertenecen a la frontera norte, región que está más integrada con la economía de los Estados Unidos. Los sectores-estado que se encuentran en ambos *rankings* —por encadenamientos tanto hacia atrás como hacia adelante— se consideran clave para la economía mexicana. El cuadro 5 muestra los 11 sectores-estado que cumplen esta característica.

Estos sectores representan 12.1% de la producción bruta nacional. El *ranking* de los sectores-estado clave muestra una concentración en torno a cuatro subregiones: sureste, centro, centro-oriente y noreste. La mayor parte de los 11 sectores presenta niveles de importancia mayores por sus encadenamientos hacia adelante. Solamente la industria metalúrgica de Coahuila y los productos eléctricos, electrónicos y de transporte de Nuevo León tienen una vinculación mayor por medio de las compras que realizan (véase el cuadro 5). Otra característica importante de estos sectores es que solamente cuatro presentan una orientación exportadora arriba del promedio. Además, llama la atención que solamente uno de los sectores tiene uso de insumos importados arriba de 50% —productos eléctricos, electrónicos y de transporte de Nuevo León—. Lo anterior indica que la mayoría de los sectores clave de la economía mexicana depende en mayor medida del mercado interno que del externo y utiliza más insumos locales que importados.

CUADRO 5. Ranking de los sectores-estado clave para la economía mexicana, 2013 (en porcentaje)<sup>a</sup>

Ranking	Sector	Estado	Subregión	TL	BL	FL	% VBP	% exp.	% insi
1	Minería petrolera	Campeche	Sureste	1.3	0.6	2.1	2.5	48.3	20.7
2	Derivados del petróleo, química y plásticos	México	Centro	0.8	0.8	0.8	0.9	13.0	23.1
3	Derivados del petróleo, química y plásticos	Veracruz	Centro-orientado	0.8	0.7	0.9	0.9	12.0	23.7
4	Derivados del petróleo, química y plásticos	Ciudad de México	Centro	0.7	0.8	0.7	0.8	7.9	15.3
5	Derivados del petróleo, química y plásticos	Tabasco	Sureste	0.7	0.5	0.8	0.7	3.6	27.7
6	Derivados del petróleo, química y plásticos	Tamaulipas	Noreste	0.7	0.6	0.7	0.8	22.2	26.1
7	Información en medios masivos	Ciudad de México	Centro	0.6	0.5	0.7	1.2	0.9	20.0
8	Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Nuevo León	Noreste	0.6	0.8	0.4	1.5	63.7	51.5
9	Servicios financieros y de seguros	Ciudad de México	Centro	0.6	0.6	0.6	1.4	4.3	5.5
10	Derivados del petróleo, química y plásticos	Nuevo León	Noreste	0.5	0.5	0.6	0.6	14.9	20.6
11	Metálica básica y productos metálicos	Coahuila	Noreste	0.5	0.5	0.4	0.7	48.0	27.5

<sup>a</sup> El *ranking* hace referencia a la posición de los sectores-estado mexicanos de acuerdo con su importancia en la economía por sus encadenamientos totales (*TL* = promedio de los encadenamientos hacia atrás, *BL*, y los encadenamientos hacia adelante, *FL*). %VBP = participación en el valor bruto de la producción nacional; % exp. = orientación exportadora (participación de las exportaciones en el VBP a nivel sector-estado); % insi = proporción de insumos importados en el consumo intermedio a nivel sector-estado.

FUENTE: elaboración propia con base en datos de Haddad et al. (2020).

Los primeros seis sectores clave se encuentran vinculados con la cadena petroquímica. Un choque interno o externo sobre la minería petrolera de Campeche tendría altas repercusiones sobre la economía en su conjunto, debido a que muchos sectores-estado dependen —directa o indirectamente— del suministro de petróleo proveniente de Campeche. Además, a pesar de que la minería petrolera tiende a estar al inicio de las cadenas productivas, la extracción de crudo de Campeche también muestra una importancia considerable como comprador de insumos al resto de la economía.

En las posiciones 2 a 6 y en la 10 se encuentran los derivados del petróleo, química y plásticos del Estado de México, Veracruz, Ciudad de México,

CUADRO 6. *Impactos intra e intersectorial de las compras de insumos realizadas por los sectores-estado clave, 2013 (en porcentaje)<sup>a</sup>*

Sector	Estado	Subregión	Intrasectorial	Intersectorial				Total
				RE	RS	RR	RP	
Minería petrolera	Campeche	Sureste	3.6	12.3	12.0	12.3	59.9	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	México	Centro	11.2	14.5	18.2	12.7	43.4	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Veracruz	Centro-orientado	15.1	18.3	-	21.6	45.0	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Ciudad de México	Centro	8.1	16.0	17.8	15.0	43.1	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Tabasco	Sureste	15.8	23.8	19.5	7.4	33.4	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Tamaulipas	Noreste	14.5	15.1	9.3	2.7	58.4	100
Información en medios masivos	Ciudad de México	Centro	10.4	47.1	19.6	10.0	12.9	100
Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Nuevo León	Noreste	11.8	38.2	13.2	7.5	29.3	100
Servicios financieros y de seguros	Ciudad de México	Centro	21.6	56.5	9.6	5.8	6.6	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Nuevo León	Noreste	12.9	18.1	11.5	2.9	54.6	100
Metálica básica y productos metálicos	Coahuila	Noreste	12.0	24.8	18.0	13.5	31.7	100

<sup>a</sup> RE = resto del estado; RS = resto de la subregión; RR = resto de la región; RP = resto del país.

FUENTE: elaboración propia con base en datos de Haddad et al. (2020).

Tabasco, Tamaulipas y Nuevo León, respectivamente. Su importancia es mayor como proveedores de insumos que como compradores. El nivel de desagregación de la matriz de Haddad et al. (2020) no nos permite identificar si los sectores-estado de derivados del petróleo, química y plásticos producen combustibles, petroquímicos, químicos que no se derivan del petróleo, plásticos o productos farmacéuticos. Sin embargo, Fujii-Gambero y Morales-López (2021) señalan que la extracción de petróleo y los productos refinados, como los combustibles, representaron —en promedio durante 2007, 2010 y 2016— 89.6% de las exportaciones de la cadena petroquímica, por lo que México debe avanzar hacia la especialización de productos petroquímicos de mayor valor agregado, aunque necesita pensar en una reducción de su dependencia de este sector en el largo plazo.

En las últimas posiciones del *ranking* de sectores-estado clave destacan la información en medios masivos y los servicios financieros y de seguros localizados en la Ciudad de México, ambos con mayor importancia como pro-

CUADRO 7. *Impactos intra e intersectorial de las ventas de insumos realizadas por los sectores-estado clave, 2013 (en porcentaje)*<sup>a</sup>

Sector	Estado	Subregión	Intrasectorial	Intersectorial				Total
				RE	RS	RR	RP	
Minería petrolera	Campeche	Sureste	1.0	0.3	6.2	6.8	85.8	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	México	Centro	10.6	14.8	31.7	18.4	24.5	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Veracruz	Centro-orientado	12.3	10.1	0.0	41.9	35.7	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Ciudad de México	Centro	8.4	20.6	24.3	20.0	26.7	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Tabasco	Sureste	10.4	5.3	6.3	9.7	68.3	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Tamaulipas	Noreste	13.2	8.5	20.8	16.4	41.0	100
Información en medios masivos	Ciudad de México	Centro	8.0	24.0	17.3	20.9	29.7	100
Productos eléctricos, electrónicos y de transporte	Nuevo León	Noreste	26.2	9.1	17.5	11.3	35.9	100
Servicios financieros y de seguros	Ciudad de México	Centro	21.0	27.9	12.1	15.8	23.2	100
Derivados del petróleo, química y plásticos	Nuevo León	Noreste	12.4	26.3	15.3	15.7	30.3	100
Metálica básica y productos metálicos	Coahuila	Noreste	14.8	16.8	21.5	16.8	30.1	100

<sup>a</sup> RE = resto del estado; RS = resto de la subregión; RR = resto de la región; RP = resto del país.

FUENTE: elaboración propia con base en datos de Haddad et al. (2020).

veedores de servicios que como demandantes de insumos. También destaca la industria metalúrgica de Coahuila, estrechamente relacionada con la minería no petrolera y la industria automotriz.

Los cuadros 6 y 7 contienen las estimaciones de los efectos intra e intersectoriales de las compras y las ventas de insumos realizadas por los sectores-estado clave identificados. Estos datos son importantes, porque son útiles para predecir el rango sectorial y regional de afectación ante un choque interno o externo en los sectores clave.

En el caso de la minería petrolera de Campeche, 3.6% del impacto ocasionado en el VBP nacional por la extracción de las compras de insumos que realiza se debe a una reducción en el VBP del propio sector-estado. El resto —96.4%— corresponde a efectos intersectoriales que impactan al resto de los sectores-estado distribuidos de la siguiente manera: 12.3% por una reducción en el VBP del resto de sectores de Campeche; 12% por una reducción en el VBP de la subregión sureste (excluyendo Campeche); 12.3% por una reducción en el VBP de la región sur (excluyendo la subregión sureste), y 59.9%

por una reducción en el vBP del resto de regiones del país (centro y norte). De la misma manera se interpretan los resultados para el resto de los sectores-estado clave.

Las compras de insumos que realiza la minería petrolera de Campeche muestran una alta repercusión interregional; ello se debe a que los demás sectores de Campeche no tienen grandes volúmenes de producción, y, por lo tanto, necesitan insumos que provienen generalmente de otros estados y regiones. Asimismo, las compras de insumos realizadas por los derivados del petróleo, química y plásticos tienen efectos considerables sobre el vBP tanto de su propia región como del resto del país (véase el cuadro 6).

Por otro lado, el efecto de las compras de insumos realizadas por los servicios de la Ciudad de México sobre las regiones norte y sur es bajo, ya que se abastecen principalmente de insumos que provienen de la propia ciudad. En relación con la cadena eléctrica-electrónica-transporte, sólo aparece el sector ubicado en Nuevo León, el cual tiende a abastecerse con productos intermedios originarios del mismo estado.

En general, los sectores-estado clave (con la excepción de los servicios de la Ciudad de México) necesitan insumos provenientes de diversos sectores ubicados en todo el país, por lo que sus efectos intersectoriales, interestatales e interregionales son considerables. Choques internos o externos sobre las compras de insumos que realizan estos sectores se propagan con facilidad al resto de la economía.

El cuadro 7 contiene las estimaciones del impacto intra e intersectorial de las ventas de insumos que realizan los sectores-estado identificados como clave en este trabajo. Las ventas directas e indirectas de la minería petrolera de Campeche muestran una alta repercusión interregional debido a la alta demanda de energía de la industria ubicada en la región central y norte del país —85.8% del impacto generado por su extracción ocurre por una reducción del vBP en estas regiones—. Asimismo, al igual que en los encadenamientos hacia atrás, los derivados del petróleo, química y plásticos tienen efectos considerables sobre el vBP tanto de su propia región como de las otras. Se sale del patrón el sector de derivados ubicado en Tabasco, seguramente porque la mayoría de los refinados que produce se utiliza afuera de la subregión sureste y de la región sur.

El efecto que generan las ventas de insumos de los servicios de la Ciudad de México sobre el vBP de las regiones norte y sur se eleva en comparación con el ocasionado por la extracción de sus compras, debido a que tienen un

número considerable de clientes —empresas— ubicados afuera de la Ciudad de México y de la subregión central y la región centro. Por último, las ventas de productos intermedios del sector eléctrico, electrónicos y de transporte de Nuevo León tienen mayores efectos sobre el propio estado, la subregión y la región.

En general, las ventas de insumos de los sectores-estado clave —con más o menos intensidad— influyen considerablemente en el VBP más allá de las fronteras de los estados, las subregiones y las regiones donde están ubicados. Por lo tanto, el alcance regional del impacto ocasionado por posibles choques internos o externos sobre las ventas de insumos que realizan es elevado.

#### IV. REFLEXIONES FINALES

Los sectores-estado más importantes para la economía mexicana por sus encadenamientos productivos muestran altos niveles de concentración sectorial, estatal y subregional. La cadena de producción formada por la minería petrolera y los derivados del petróleo, química y plásticos es la más importante para la economía mexicana, ya sea desde el punto de vista de la demanda o desde el de la oferta de insumos. De los 11 sectores identificados como clave, siete se vinculan con esta cadena productiva. La minería petrolera de Campeche es el sector más encadenado del país. Los derivados del petróleo, química y plásticos del Estado de México, Veracruz, Ciudad de México, Tabasco, Tamaulipas y Nuevo León ocupan de la posición 2 a la 6 y la 10, respectivamente, entre los sectores clave de México. Por su misma naturaleza, estos sectores influyen más en la economía mexicana por medio de las ventas de insumos que realizan, que de los insumos que requieren para su proceso productivo. Además, esta cadena de producción depende más del mercado interno que del externo, y, por la existencia del recurso natural, la importación de insumos intermedios no es tan elevada.

En el ámbito de los encadenamientos hacia atrás, destaca la presencia del sector de productos eléctricos, electrónicos y de transporte. Debido a sus características especiales conviene hacer algunas acotaciones. En primer lugar, este sector depende más del mercado externo que del interno y presenta un uso intensivo de insumos importados. En segundo lugar, los niveles observados de los encadenamientos hacia atrás tienen que ver más con productos vinculados con la industria automotriz que con el equipo eléctrico o

la electrónica. En tercer lugar, el sector presenta niveles modestos de encadenamientos hacia adelante, debido a que la mayor parte de su producción es para consumo externo. En resumen, a pesar de que el sector ha cobrado relevancia desde la apertura comercial, aún no logra consolidarse como un proveedor importante para la estructura productiva regional y sus encadenamientos hacia atrás podrían ser mayores al sustituir componentes importados por locales.

Los servicios son un rubro importante para la economía mexicana por sus encadenamientos hacia adelante. Sin embargo, su ubicación está centralizada en la Ciudad de México —con cinco posiciones en el *top 20*—. Además, conviene resaltar que los sectores de información en medios masivos y de servicios financieros y seguros de esta entidad se posicionaron en los sectores-estado clave, tanto por el lado de las ventas como por el de las compras que realizan.

La economía mexicana se caracteriza por estar expuesta a choques internos o externos, ya sea por fenómenos naturales o crisis financieras e incluso sanitarias —como la ocasionada por la covid-19—. Los sectores-estado identificados en este trabajo como los más relevantes para la planta productiva mexicana son también los que, al sufrir un choque, ocasionarían un mayor impacto en el volumen de producción bruta nacional. Un choque sobre la cadena productiva de extracción y derivados del petróleo, química y plásticos ocasionaría el mayor impacto, seguido por la cadena productiva conformada por la industria eléctrica, electrónica y de transporte —especialmente la automotriz— y por los servicios localizados en la Ciudad de México.

En general, con excepción de los servicios de la Ciudad de México, el impacto de la extracción de las compras y las ventas de insumos de los sectores-estado clave es considerable más allá de los propios sectores afectados y de los estados, las subregiones y las regiones donde se ubican. Por lo tanto, es importante diseñar medidas a fin de amortiguar choques internos y externos sobre las transacciones intermedias de estos sectores y tener planes de contingencia en caso de presentarse esta situación.

Además, la planta productiva mexicana requiere un mayor grado de diversificación a niveles sectorial y regional. La cadena petroquímica se consolidó en el país en el periodo de sustitución de importaciones (Quintana Romero et al., 2007). La cadena de los productos eléctricos, electrónicos y de transporte aumentó su importancia con la apertura comercial; sin embargo, no ha logrado integrarse plenamente en la economía mexicana.

Los servicios asociados con las actividades productivas de las empresas se encuentran centralizados en la Ciudad de México. Asimismo, destaca la ausencia de industrias tradicionales, como la textil y de prendas de vestir, el cuero y sus derivados, la industria de la madera y el papel, los productos a base de minerales no metálicos y la fabricación de muebles, colchones y persianas. Lo más probable es que la apertura comercial haya disminuido las capacidades productivas de estos sectores, pues no pudieron competir con las importaciones. Por otro lado, también es necesario integrar más y de mejor manera las subregiones que no tuvieron representación en los *rankings*, como la península de Baja California-Litoral Pacífico y la península de Yucatán.

Los resultados obtenidos brindan insumos para la elaboración de una política industrial de alcance regional que contribuya a superar los problemas estructurales de la planta productiva e incremente la resiliencia de la economía mexicana ante choques internos y externos. Sin embargo, es preciso mencionar que los encadenamientos productivos regionales solamente son una arista de la política industrial. Además, que un sector-estado aparezca como importante para el volumen de producción bruta nacional no es suficiente para otorgarle estímulos, sino que hay otros criterios a tomar en cuenta, como aspectos medioambientales —generación de gases de efecto invernadero, uso de suelos y agua, entre otros—, perspectivas futuras de acuerdo con las tendencias mundiales, presencia del capital nacional, longitud de las cadenas productivas, generación de empleo, multiplicadores de la inversión, presencia de micro, pequeñas y medianas empresas, disposición de recursos naturales y capital humano calificado, encadenamientos de las exportaciones con la economía interna, entre otros.

Dentro de una política industrial orientada hacia la diversificación sectorial y geográfica de la estructura productiva, México puede promover sectores estratégicos en términos de autonomía, como el agroalimentario, el farmacéutico y los servicios de investigación y desarrollo. Además, una política de este tipo tiene que llevar una visión de largo plazo, con base en el auge de las energías limpias y la promoción de sectores que contribuyan a reducir la desigualdad multidimensional en la que se encuentra inmerso el país.

Este estudio puede servir de punto de partida para investigar con más detalle la estructura productiva regional de México mediante el análisis insumo-producto interregional. En líneas futuras de investigación podría realizarse un análisis de encadenamientos intra e intersectoriales, al definir los

más importantes en el interior de cada estado, subregión y región. La matriz interregional de México brinda insumos para estudiar la vinculación entre dos o más sectores-estado específicos e identificar las cadenas productivas más relevantes a escalas estatal, subregional o regional. Además, mediante el uso del análisis insumo-producto interregional podrían estudiarse temas laborales, como la generación de empleo a nivel estado-sector; de economía internacional, como la estimación del VA contenido en las exportaciones a nivel estado-sector, y ambientales, como el uso de suelos y agua a nivel estado-sector. Sin embargo, para que estos análisis sean más precisos y útiles para la formulación de una política industrial de alcance regional, es necesaria una matriz con mayor nivel de desagregación sectorial y, si es posible, también incluir el nivel municipal.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amheka, A., Aviso, K. B., Nguyen, H. T., y Yu, K. D. (2021). Prioritizing economic sectors for post-pandemic recovery: Examining national and provincial scales in Indonesia. En *Proceedings of the International Conference on Innovation in Science and Technology (ICIST 2020)* (pp. 183-189). Kota Semarang, Indonesia: Atlantis Press. Recuperado de: <https://doi.org/10.2991/aer.k.211129.041>
- Aroche-Reyes, F. (1996). Important coefficients and structural change: A multi-layer approach. *Economic Systems Research*, 8(3), 835-246. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09535319600000017>
- Asuad, N. E. (2019). *Insumo-producto regional. Teoría, metodología, técnicas y estudios de caso*. México: UNAM.
- Asuad, N. E. (2020). Metodología y resultados de la construcción de matrices estatales de insumo-producto de abajo hacia arriba mediante la elaboración de cuadros de oferta y utilización estatales. *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 11(2), 74-89. Recuperado de: <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2020/08/06/metodologia-y-resultados-de-la-construccion-de-matrices-estatales-de-insumo-producto-de-abajo-hacia-arriba-mediante-la-elaboracion-de-cuadros-de-oferta-y-utilizacion-estatales/>
- Ayala, E., Chapa, J., y Treviño, L. (2015). Análisis estructural de la región

- petrolera del Golfo-Sureste de México, en un contexto interregional. *Equilibrio Económico. Revista de Economía, Política y Sociedad*, 2(40), 135-168.
- Boundi Chraki, F. (2017). Análisis insumo-producto multirregional e integración económica del TLCAN. Una aplicación del método de extracción hipotética. *Cuadernos de Economía*, 40(114), 256-267. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2016.10.004>
- Caliendo, L., Parro, F., Rossi-Hansberg, E., y Sarte, P. D. (2018). The impact of regional and sectoral productivity changes on the U. S. economy. *The Review of Economic Studies*, 85(4), 2042-2096. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/restud/rdx082>
- Chiquiar, D., Alvarado, J., Quiroga, M., y Torre, L. (2017). *Evaluando un choque al sector exportador manufacturero en México con matrices insumo-producto regionales* (Documentos de Investigación, núm. 2017-09). México: Banco de México.
- Dávila, A. (2015). *Modelos interregionales de insumo producto de la economía mexicana*. Saltillo y México: Universidad Autónoma de Coahuila/Miguel Ángel Porrúa.
- Dietzenbacher, E., y Lahr, M. L. (2013). Expanding extractions. *Economic Systems Research*, 25(3), 341-360. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09535314.2013.774266>
- Dietzenbacher, E., y Linden, J. van der (1997). Sectoral and spatial linkages in the EC production structure. *Journal of Regional Science*, 37(2), 235-257. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00053>
- Dietzenbacher, E., Romero, I., y Bosma, N. (2005). Using average propagation lengths to identify production chains in Andalusian economy. *Estudios de Economía Aplicada*, 23(2), 405-422.
- Fujii-Gambero, G., y Cervantes, R. (2017). The weak linkages between processing exports and the internal economy. The Mexican case. *Economic Systems Research*, 29(4), 528-540. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09535314.2017.1351332>
- Fujii-Gambero, G., y Morales-López, R. (2021). Unit price of manufacturing exports that process natural resources from Latin America. *Research Square*. Recuperado de: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-850454/v1>
- Garduño Maya, K. (2021). *Medición de los principales impactos económico-urbanos en el Sector Construcción en la Región Centro de México, 2015-2019. Un enfoque espacial con insumo-producto regional*. México: UNAM.

- Ghosh, A. (1958). Input-output approach in an allocation system. *Economica*, 25(97), 58-64. Recuperado de: <https://doi.org/10.2307/2550694>
- Haddad, A. E., Fernandes de Araújo, I., Ibararán, M. E., Boyd, R., Elizondo, A., y Belausteguigoitia, J. C. (2020). Interstate input-output model for Mexico, 2013. *Análisis económico*, 35(90), 7-43.
- Huitrón, J. (2021). Insumo-producto regional: una estimación basada en técnicas de dependencia espacial. *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 12(2), 4-23.
- Leontief, W. (1936). Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The Review of Economics and Statistics*, 18(3), 105-125. Recuperado de: <https://doi.org/10.2307/1927837>
- Linden, J. van der (1999). *Interdependence and Specialisation in the European Union Intercountry Input-Output Analysis and Economic Integration* (tesis de doctorado). University of Groningen, Groninga.
- Mendoza, M. A., Quintana Romero, L., Salas, C., y Valdivia, M. (2021). Crisis e impactos macroeconómicos, sectoriales y estatales del covid-19 en México durante 2020. *Revista de Economía Mexicana Anuario UNAM*, (6), 189-226.
- Mendoza-Cota, J. E., y Pérez-Cruz, J. A. (2007). Aglomeración, encadenamientos industriales y cambios en la localización manufacturera en México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 6(23), 655-691.
- Miller, R. E., y Lahr, M. L. (2001). A taxonomy of extractions. En M. L. Lahr y R. E. Miller, *Regional Science Perspectives in Economic Analysis* (pp. 407-441). Ámsterdam: Elsevier.
- Moreno-Brid, J. C. (2015). Crecimiento económico y transformación productiva: tres décadas de éxito externo y fracaso interno. En R. Cordera y E. Provencio, *Informe del desarrollo en México 2015* (pp. 39-58). México: UNAM.
- Moreno-Brid, J. C. (2020). Pandemia, política pública y panorama de la economía mexicana en 2020. *Economía UNAM*, 17(51), 335-348. Recuperado de: <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2020.51.569>
- Murillo Villanueva, B., Almonte, L., y Carbajal Suárez, Y. (2020). Impacto económico del cierre de las actividades no esenciales a causa del covid-19 en México. Una evaluación por el método de extracción hipotética. *Contaduría y Administración*, 65(5), 1-18. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.3084>

- Ocampo, J. A. (2011). Macroeconomía para el desarrollo: políticas anticíclicas y transformación productiva. *Revista de la CEPAL*, (104), 7-35.
- Quintana Romero, L., Isaac, J., y Nandayapa, C. (2007). Encadenamientos productivos, industria y vaciamiento productivo regional en México. En J. L. Calva, *Políticas de desarrollo regional* (pp. 267-283). México: UNAM.
- Salas, C., Quintana Romero, L., Mendoza, M. A., y Valdivia, M. (2020). Distribución del ingreso laboral y la pobreza en México durante la pandemia de la covid-19. Escenarios e impactos potenciales. *El Trimestre Económico*, 87(348), 929-962. Recuperado de: <https://doi.org/10.20430/ete.v87i348.1148>
- Shibusawa, H., y Miyata, Y. (2017). Evaluating production effects of economic activity in zones surrounding the nuclear power station in Shizuoka Prefecture, Japan. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, (1), 291-306. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s41685-017-0022-8>