



**UADY**  
UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE YUCATÁN

# Revista de Economía

Facultad de Economía • Universidad Autónoma de Yucatán

## Interdependencia económica en la estructura productiva de Sonora 2013: un enfoque de insumo producto - Economic interdependence in the productive structure of Sonora 2013: an input-output approach

Mario Alberto Mendoza Sánchez<sup>1</sup>

### Resumen

El objetivo del artículo es identificar las relaciones de interdependencia económica en la estructura productiva de Sonora empleando la matriz de insumo producto (MIP) de 2013. Para ello, se calculan indicadores sectoriales de especialización y crecimiento, así como medidas multisectoriales de multiplicadores y encadenamientos productivos. Los resultados muestran que existen actividades primarias e industriales que son claves para desarrollar la estructura productiva y aprovechar sus relaciones de interdependencia, como una vía para aumentar las posibilidades de crecimiento y desarrollo sectorial en la entidad. De ahí que se considere fundamental el enfoque multisectorial para el diseño de políticas regionales.

**Palabras Clave:** insumo-producto, enfoque multisectorial, multiplicadores, encadenamientos, sectores claves

**Clasificación JEL:** C67, R15, R58.

### Abstract

The goal of this paper is to identify the relationships of economic interdependence in the economic structure of Sonora based on input output table (IOT) of 2013. For this, sectoral indicators of specialization and growth are calculated, as well as multisectoral measures of multipliers and linkages. The results show that there are key primary and industrial activities to develop the economic structure and take advantage of their interdependent relationships as a way to increase the possibilities of growth and sectoral development in the state. Hence, multisectoral approach to the design of regional policies is fundamental.

**Keywords:** input output, multisectoral approach, multipliers, linkages, key sectors.

**JEL Classification:** C67, R15, R58.

1- Adscripción: Universidad de Sonora, México. Correo electrónico: [mariomendoza@live.com.mx](mailto:mariomendoza@live.com.mx)

 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5847-4714>



## 1. Introducción

La interdependencia económica es un fenómeno que ha sido estudiado desde el surgimiento de la tabla económica de Quesnay (1758), el modelo de equilibrio general de Walras (1874), los esquemas de reproducción de Marx (1885) y el modelo de insumo producto (IP) de Leontief (1936); como representación global de un sistema económico basado en los intercambios intersectoriales. En la actualidad, éste último es utilizado para generar las estadísticas oficiales de los Sistemas de Cuentas Nacionales (SCN) según la Organización de Naciones Unidas (ONU) (2018), y representa el punto de partida de los análisis multisectoriales basados en matrices de insumo producto (MIP), matrices de contabilidad social (MCS) y modelos de equilibrio general computable (MEGC).

Dentro de los diferentes modelos multisectoriales, el análisis de sectores claves (*key sectors*) ha sido invariablemente uno de los enfoques principales para estudiar la interdependencia económica bajo sus medidas tradicionales de encadenamientos intersectoriales (Hirschman, 1958; Rasmussen, 1957; Chenery y Watanabe, 1958) u otras formas alternativas, como el método de extracción hipotética (Dietzenbacher y Los, 1997), el de áreas de influencia (Sonis y Hewings, 1989), entre otros. La relevancia de estos tipos de análisis radica en su capacidad para identificar cuantitativamente aquellos sectores económicos que producen mayores efectos multiplicadores por el lado de la oferta y la demanda, y que, por tanto, constituyen los motores del crecimiento de una economía.

Aunque el diseño del modelo de IP y sus aplicaciones fueron concebidos en el marco de una economía nacional, existe una serie de estudios con carácter regional que iniciaron desde los años cincuenta del siglo pasado (Isard, 1951; Chenery, 1953; Isard y Keunne, 1953; Leontief, 1953; Moore y Petersen, 1955; Moses, 1955; Leontief y Strout, 1963) y que aún se mantienen vigentes hasta los inicios del siglo XXI. Recientemente, para el caso de México, estos estudios han resurgido gracias a las publicaciones de las MIP nacionales para los años 2003, 2008 y 2013 realizadas por parte del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); a partir de las cuales se han identificado diversas estructuras productivas regionales para observar los efectos económicos que muestran ciertas actividades en el conjunto productivo (Dávila, 2002; Fuentes, 2005; Chapa, Ayala y Hernández, 2009; Núñez y Cruz, 2009; Chapa y Rangel, 2010; Albornoz, Canto y Becerril, 2012; Dávila y Valdés, 2013; Dávila, 2015; Chiquiar, Alvarado, Quiroga y Torre, 2017; Torre, Alvarado y Quiroga, 2017; Asuad y Sánchez, 2018; Fuentes, Brugués y González, 2018).

De acuerdo con Dávila (2002) el modelo IP tiene varias ventajas: i) posibilita una representación conjunta del sistema económico; ii) permite el análisis mesoeconómico que vincula la perspectiva micro y macroeconómica; iii) tiene múltiples posibilidades de uso práctico en el análisis económico, la formulación de políticas y la realización de pronósticos. Por su parte, Fuentes (2002) señala que, en el plano regional, la dependencia de un espacio subnacional respecto al exterior es mucho más marcado, por tanto, el sector externo es un elemento más preponderante en la explicación del desempeño económico regional. De ahí que Fuentes (2005) genere una aproximación de las cuentas regionales para Baja California que permiten la comprensión de las relaciones intersectoriales y el grado de integración de una economía regional como un todo.

De manera similar, Chapa, Ayala y Hernández (2009) emplean la MIP para observar la generación de la producción sectorial en la región del noreste de México y de ahí estudiar los efectos de la integración regional con Texas al sur de EU en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN); Núñez y Cruz (2009) generan la MIP de Oaxaca para analizar la importancia de los sectores que hacen uso intensivo de recursos naturales y, particularmente, estudiar el vínculo que existe entre su sector agropecuario y manufacturero; mientras que Chapa y Rangel (2010) identifican las características estructurales de Nuevo León por medio de una MCS.

Por su parte, Alborno, Canto y Becerril (2012) estiman la MIP de Yucatán como herramienta base para diagnosticar su estructura económica e identificar los sectores que tienen mayores efectos de arrastre y empuje sobre la producción local; Dávila y Valdés (2013) estiman la MIP de Jalisco para realizar un análisis de multiplicadores directos, indirectos y ponderados; mientras que Dávila (2015) considera los efectos multiplicadores directos, indirectos, inducidos, de retroalimentación y de desbordamiento con el uso de MIP interregionales. En su caso, Chiquiar *et al.* (2017) analizan el efecto que tiene un choque de las exportaciones manufactureras sobre la producción bruta, valor agregado y el empleo, utilizando MIP regionales bajo la regionalización hecha por el Banco de México; en tanto que Torre, Alvarado y Quiroga (2017) estudian el impacto regional que tiene la construcción de una armadora automotriz sobre variables de producción bruta, valor agregado, remuneraciones y empleo. Finalmente, Fuentes, Brugués y González (2018) realizan un modelo de simulación dinámica para Coahuila a partir de la MIP y Asuad y Sánchez (2018) se centran en la generación de la MIP regional empleando el método de abajo hacia arriba que considera la importancia de la distribución de las actividades económicas en el análisis de las interdependencias económicas regionales.

Las diversas posibilidades de exploración por medio del análisis multisectorial de IP o de la interdependencia económica es muy amplia, no obstante, tanto la generación de la MIP como el análisis estructural con base en indicadores de IP en Sonora no es un tipo de investigación abundante en la literatura regional. Dentro de los pocos esfuerzos se encuentran los trabajos de Puebla (1998), Vargas (1999) y la Secretaría de Economía del Estado de Sonora (2011); el primero, caracteriza la estructura económica del estado; el segundo, se constituye como marco de cuentas económicas estatales y el tercero, obtiene resultados para diseñar políticas públicas orientadas al desarrollo de las pequeñas y medianas empresas.

A la luz del proceso de apertura comercial, Sonora ha modificado tanto cuantitativa como cualitativamente el tipo de interrelaciones económicas que sostiene hacia su interior y exterior, lo que se refleja en las trayectorias del crecimiento y el estilo de desarrollo económico estatal. Así, mientras la entidad se ubicaba a la zaga dentro del conjunto de estados fronterizos durante los primeros años del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entrado el segundo lustro del presente siglo registró un segundo despliegue automotriz y un auge minero que condujo a la entidad a recuperar su dinámica de crecimiento. En este contexto, el análisis estructural de la MIP de Sonora se convierte en un elemento fundamental para comprender los procesos que caracterizan el crecimiento y desarrollo de la región durante los últimos años.

Además, una razón adicional para implementar su análisis radica en el hecho de que proporciona una medición de los efectos económicos que se desprenden a partir de

complementariedades e interdependencias entre actividades económicas, y no sólo de la situación que prevalece en la composición sectorial de la producción. Después, con estos resultados, es posible diseñar estrategias de planeación regional y orientar la formulación de políticas sobre aquellos sectores que magnifican los efectos en el crecimiento y desarrollo regional; además, constituye una fuente de información para entidades privadas o agentes económicos particulares en la toma de decisiones, al presentar un contexto macroeconómico que rige en la estructura económica estatal.

En este contexto se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son los sectores que generan más interdependencias y potencian los efectos económicos sobre el crecimiento y el desarrollo de las actividades económicas en Sonora?

La hipótesis de trabajo sostiene que aquellas actividades ligadas a la economía doméstica o local (sector primario e industrias básicas) generan más relaciones de interdependencia en términos de efectos multiplicadores y encadenamientos, por lo tanto potencian los efectos sobre el crecimiento y el desarrollo regional; mientras que aquellas de mayor tamaño y vinculadas a las corrientes del comercio internacional establecen menos lazos con la economía local e inhiben la capacidad de desarrollar la estructura productiva regional.

De ahí que el objetivo de la investigación es identificar las relaciones de interdependencia de la economía de Sonora, con base en el análisis de sectores clave que contempla los indicadores de multiplicadores y encadenamientos productivos. Estas medidas son importantes porque permiten identificar la relevancia de los sectores en dos sentidos según su interconexión: i) por su capacidad de arrastre cuando actúan como compradores de insumos y ii) su capacidad de empuje cuando actúan como vendedores de los mismos. De este modo, los sectores más interconectados se denominan “*claves*” por su capacidad para propagar el crecimiento económico y constituyen la base para generar alternativas de desarrollo para la planeación y programación económica en el estado. Otro aspecto relevante es que, dada la condición de la investigación en el tema, permite ofrecer una perspectiva actualizada de los estudios basados en el modelo de IP para la región con el empleo de una matriz más reciente que corresponde al año 2013 y que es consistente con los datos registrados del SCN de INEGI.

Después de esta introducción, la segunda sección ofrece la descripción y representación del modelo de IP, junto con la formalización matemática del mismo y la versión alterna de oferta plasmada en el modelo de Ghosh (1958). En la tercera se presentan los procedimientos metodológicos para estimar la matriz estatal de Sonora, los multiplicadores y encadenamientos productivos, particularmente, los encadenamientos hacia adelante (*forward linkages*) y hacia atrás (*backward linkages*) propuestos por Hirschman (1958) y los criterios para interpretar la tipología de Chenery y Watanabe (1958) para los encadenamientos directos, así como los planteados por Rasmussen (1957) para los encadenamientos totales. En una cuarta sección se presenta información empírica del desempeño económico de la región que, junto con la interpretación del análisis de IP, permiten hacer la discusión de los resultados y las posibles implicaciones para el diseño de políticas del desarrollo regional. Para finalizar, se presentan las conclusiones.

## 2. Modelo de Insumo Producto

El modelo IP fue desarrollado por Wassily Leontief, premio nobel de economía en 1973, con los artículos seminales denominados: “Relaciones cuantitativas de insumo producto en el sistema económico de Estados Unidos (1936)” [*Quantitative input and output relations in the economic system of the United States*] e “Interrelación de precios, producción, ahorro e inversión (1937)” [*Interrelation of prices, output, savings and investment*]. En estos trabajos el autor señala que su propósito es construir la *Tableau economique* para Estados Unidos y realizar una aplicación de la teoría del equilibrio general de Walras.

El modelo de IP ha sido utilizado para identificar de manera consistente las características estructurales de una economía, con base en un esquema contable que registra estadísticas económicas acerca de los intercambios económicos entre sectores de la producción. Éste, esencialmente, contiene la tabla de transacciones intersectoriales, los destinos de la producción hacia la demanda final y pago a los insumos primarios.

### 2.1. Formulación del modelo de Leontief

El modelo de Leontief es conocido como el modelo impulsado por la demanda (*demand-driven model*). De acuerdo con Miller y Blair (2009), este parte de una ecuación contable que sintéticamente se puede expresar en notación matricial como sigue,

$$x=Z+f \quad (1)$$

Donde  $x$  es el vector de la producción bruta,  $Z$  es la matriz de transacciones intersectoriales (demanda intermedia) y  $f$  es el vector de demanda final. Ahora, si la definición de coeficiente técnico es  $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$ , se puede reescribir la ecuación 1 como sigue,

$$x=Ax+f \quad (2)$$

Donde  $A$  es la matriz de coeficientes técnicos que, al emplearla con la matriz identidad, resulta el sistema matricial de Leontief,

$$(I-A)x=f \quad (3)$$

De forma que la solución conocida como inversa de Leontief es,

$$x=(I-A)^{-1} f \quad (4)$$

Esta ecuación precisa que la producción bruta depende de los valores que toman la inversa de Leontief  $(I-A)^{-1}$  (o matriz de requerimientos totales) y la demanda final (Miller y Blair, 2009). En

otras palabras, muestra cómo varía la producción bruta cuando se presentan cambios exógenos en la demanda final dado un conjunto de relaciones intersectoriales.

Para precisar algunos de los supuestos sobre los cuales se fundamenta el modelo de Leontief es necesario visualizar sus capacidades y limitaciones explicativas. De acuerdo con Schuchsnay (2005) se debe tener en cuenta que este es una suerte de un “macro ejercicio” de estática comparativa, no incorpora comportamiento de los agentes institucionales, ni mecanismos de incentivos o interacciones de mercado vía precios. Si bien es un reflejo consistente de la estructura productiva, tienen implicaciones de alta simplicidad como para expresar las relaciones dinámicas de la economía como un todo. Los principales supuestos del modelo son: i) homogeneidad sectorial, lo que implica que no existe producción conjunta (producción secundaria, auxiliar, etc.); ii) la función de producción es de coeficientes fijos, lo que implica que no existe cambio estructural o tecnológico y iii) sostiene la hipótesis de precios relativos estables o invariables (Schuchsnay, 2005: 15). Más allá de las restricciones que imponen estos supuestos, la simplicidad y capacidad explicativa del modelo es ampliamente reconocida.

## 2.2. Formulación del modelo de Ghosh

La versión alterna del modelo de IP se encuentra en el planteamiento realizado por Ghosh (1958) que se conoce como modelo de oferta (*supply side model*) en la que relaciona la producción bruta con los insumos primarios y las relaciones intersectoriales concebidas desde el punto de vista de las ventas. La formulación sintética del modelo de Ghosh es,

$$x' = i' Z + v' \quad (5)$$

De manera análoga, si se considera la matriz de coeficientes de entregas  $B = \hat{x}^{-1} Z$ , es decir, la proporción que resulta de dividir cada fila de Z respecto a la producción bruta por filas, se puede redefinir  $Z = \hat{x} B$  y reescribir 5 como sigue,

$$x' = i' \hat{x} B + v' = x' B + v' \quad (6)$$

Donde  $i' \hat{x}$  es igual a  $x'$ , y se pueden reagrupar los términos semejantes,

$$x' - x' B = v' \quad (7)$$

Luego, empleando la matriz identidad se obtiene,

$$x' (I - B) = v' \quad (8)$$

De manera que la solución conocida como la inversa de Ghosh es,

$$x' = v' (I - B)^{-1} \quad (9)$$

Esta ecuación precisa que la producción bruta depende de los valores que toman la inversa de Ghosh  $(I-B)^{-1}$  y los insumos primarios. En otras palabras, muestra cómo varía la producción bruta cuando se registran variaciones en los insumos primarios una vez establecida una estructura de las ventas. La formulación del modelo de Leontief y de Gosh es esencial para realizar el análisis de sectores claves, ya que permiten analizar la estructura de costos y de las ventas y, por tanto, medir los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante que se observan en el sistema económico representado por la MIP. La precisión de esta idea se detalla en el siguiente apartado metodológico.

### 3. Metodología

Antes de introducir la formulación de los indicadores de IP para llevar a cabo el análisis estructural de la economía de Sonora con base en los datos de la MIP, es necesario precisar las identidades contables que se cumplen en el marco de ésta, así como el procedimiento específico para realizar la estimación de la misma. El modelo de IP opera sobre el principio de partida doble, es decir, a toda entrada le corresponde una salida, en este sentido, cumple con el principio de Say en el que contablemente la oferta es igual a la demanda. Por el lado de la oferta total, el valor bruto de la producción del sector  $j$  es la suma del consumo intermedio, importaciones y valor agregado, en el respectivo sector,

$$x_j = c_{ij} + m_j + v_j \quad (10)$$

Por el lado de la demanda total, el valor bruto de la producción del sector  $i$  es la suma de la demanda intermedia y demanda final,

$$x_i = d_{i1} + f_i \quad (11)$$

Por tanto, la identidad contable que cumple con el principio de Say es:

$$c_{ij} + m_j + v_j = d_{i1} + f_i \quad (12)$$

La suma del consumo intermedio  $c_{ij}$ , importaciones  $m_j$  y valor agregado  $v_j$  es contablemente equivalente a la suma de la demanda intermedia  $d_{i1}$  y la demanda final  $f_i$ . Bajo el cumplimiento de estas identidades contables generales se formula el procedimiento de regionalización para obtener la MIP de Sonora.

#### 3.1. Estimación de la MIP de Sonora 2013

El procedimiento para obtener la MIP de Sonora tiene fundamento en la propuesta metodológica desarrollada por Mendoza (2019) para la construcción del marco de insumo producto de Sonora en 2013. Este enfoque se realiza con base en la metodología estándar que ofrece el manual sobre los cuadros de oferta, utilización y de insumo producto de la ONU (2018), que siguen la mayoría de las oficinas nacionales de estadística económica para la generación del marco de IP que constituye

el núcleo del SCN, la cual se combina con una base de información regional que permite derivar los cuadros de oferta y utilización (COU) a nivel subnacional y permite, posteriormente, obtener la MIP en su dimensión regional. Para resumir todo el procedimiento que implica este proceso se enlistan los pasos que se siguieron para cumplir con este propósito:

1. Obtener el cuadro de oferta regional  $X_{p*i}^{sn,1}$  por medio de coeficientes regionales de producción e importaciones de Sonora. El cuadro de oferta regional está expresado en valores básicos, mientras que los coeficientes regionales son razones estatales/nacionales obtenidas con información del PIB e importaciones sectoriales, respectivamente. Los datos del PIB estatal se obtienen del SCN con una desagregación de 32 actividades económicas, 18 del sector primario, comercio y servicios y 14 de los subsectores de la industria minera y manufacturera, que se clasifican de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y se expresan en millones de pesos de 2013. A su vez, los datos de las importaciones se obtienen del Atlas de la Complejidad Económica (ACE), disponibles para el sector primario e industria minera y manufacturera. Esta información se obtuvo de los registros administrativos del comercio exterior que se llevan a cabo con los códigos de clasificación que responden a la tarifa de la ley de los impuestos generales de exportación e importación (TIGIE), por lo que, para hacerla compatible con la clasificación aquí empleada, se utilizó una tabla de conversión TIGIE2012-SCIAN2013. Al final fue posible obtener el cuadro de oferta regional en sus diferentes componentes: cuadro de oferta doméstica, vector de importaciones y vectores de márgenes de comercio, transporte e impuestos netos de subsidios expresados en valores básicos y en millones de pesos de 2013.
2. Obtener el cuadro de utilización regional  $U_{p*i}^{sn}$ , por medio de coeficientes regionales de producción, consumo, inversión y exportaciones de Sonora. Usualmente, el cuadro de utilización requiere de dos convenciones: la primera, atañe al tema de valoraciones ya que, como éste suele expresarse en precios de comprador, es necesario descontar los márgenes de comercio, transporte e impuestos netos de subsidios, de manera que se pueda tener una valoración en precios básicos como en el cuadro de oferta. La segunda, se refiere al origen de los bienes ya que, en su conformación, el cuadro de utilización no distingue si estos son de origen doméstico o importado, por lo tanto, es necesario emplear un procedimiento que permita resolver esta distinción. No obstante, el INEGI proporciona una serie de cuadros de derivación, que permite obtener el cuadro de utilización en valores básicos según su origen doméstico o importado, por lo que es posible aplicar los coeficientes de regionalización de manera directa. El cuadro de utilización doméstica, el vector de la formación bruta de capital y la matriz de valor agregado se calcularon con el coeficiente regional de producción. Para calcular los vectores de consumo privado y de gobierno se emplearon variables demográficas a partir de las participaciones estatales/nacionales del número de hogares y

<sup>1</sup> El superíndice sn indica el espacio en cuestión (en este caso Sonora), el subíndice p hace referencia a los productos y el subíndice i hace referencia a las industrias.



del número de habitantes; en el primer caso, porque estos son las unidades de observación de las cuales se obtiene información del gasto privado y, en el segundo, porque el tamaño poblacional es uno de los criterios principales que se siguen para asignar partidas del gasto público.

La información del número de hogares fue calculada a partir de una interpolación simple, con base en el número de levantamientos realizados por la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH) 2012 y 2014; en tanto que los datos de la población en el año 2013 se obtienen a partir de las proyecciones por entidad federativa realizadas por el Consejo Nacional de Población (Conapo). Por su parte, el vector de exportaciones se calculó por medio de las participaciones estatales/nacionales de las exportaciones sectoriales, a partir de información del SCN y del ACE. Finalmente, las matrices de utilización intermedia y final importadas fueron obtenidas por medio del coeficiente regional de importaciones. De este modo, fue posible obtener el cuadro de utilización en sus distintos componentes: matrices de utilización intermedia y final domésticas, matrices de utilización intermedia y final importadas y matriz de valor agregado.

3. La actualización regional de ambos cuadros se hizo por medio del método SUT-EURO desarrollado por Beutel (2002, 2008), pero bajo una concepción espacial en lugar de temporal. El enfoque consiste en realizar ajustes por filas y columnas utilizando los coeficientes de regionalización, que fungen como medidas de actualización espacial en lugar de temporal bajo la hipótesis de que estos permiten capturar los efectos sustitución que afectan a los insumos (filas) y los efectos fabricación que afectan a los productos (columnas). Este proceso da como resultado COU subnacionales que no cumplen con las identidades contables, es decir, la oferta y utilización domésticas no son iguales y tampoco el valor bruto de la producción de ambos cuadros. Por tanto, se aplicó un factor de corrección a partir de los saldos de comercio regional, ajustando solamente los sectores deficitarios del comercio regional, de este modo se obtuvo una razón oferta/utilización regional que ajusta todas las filas del cuadro de utilización y alcanza el equilibrio por filas. Sin embargo, el desequilibrio por columnas persiste, por lo que es necesario obtener un factor de corrección con base en la relación del valor bruto de la producción del cuadro de oferta, con su respectivo en el cuadro de utilización. Dicha medida actúa sobre todas las columnas del cuadro de utilización y consigue el equilibrio, pero desajusta los valores de las filas. En consecuencia, hay que volver a obtener un factor de corrección oferta/utilización regional para ajustar nuevamente las filas. El ejercicio se resuelve iterativamente hasta alcanzar las identidades contables de los cuadros de oferta y utilización.
4. Una vez balanceados cuadros de oferta y utilización en valores básicos se implementa el modelo D del manual de la ONU, que transforma los cuadros de oferta y utilización en una MIP a nivel de industria por industria.

Para proceder a instrumentar el modelo D es necesario obtener la cuota de mercado o la estructura fija de las ventas. Para ello, se debe transponer el cuadro de la oferta doméstica y después multiplicarlo por la inversa del vector diagonalizado de oferta doméstica total,

$$T_{X,i*p} = [X_{p*i}]' \cdot \widehat{X_{p*i}1_{i*1}}^{-1} \quad (13)$$

Donde  $T_{X,i*p}$  es la cuota de mercado,  $[X_{p*i}]'$  es la transpuesta de la oferta doméstica total y  $\widehat{X_{p*i}1_{i*1}}^{-1}$  la inversa del vector diagonalizado de oferta doméstica total. A partir de la formulación de 13 y la matriz de utilización regional  $U_{p*i}^{sn}$ , se puede obtener la MIP estatal como sigue,

$$MIP_{i*i'}^{sn} = T_{X,i*p} \cdot U_{p*i}^{sn} \quad (14)$$

Donde  $MIP_{i*i'}^{sn}$  es la MIP de Sonora que resulta en una matriz a nivel de industria por industria en valores básicos, que cumple con las identidades contables de los modelos de entrada y salida y que es consistente con las condiciones necesarias para aplicar el modelo de Leontief y de Gosh.

### 3.2. Multiplicadores: directos y totales

La idea de los efectos multiplicadores en economía es una de las más fuertes y socorridas, quizá por su alta capacidad explicativa y relativa simplicidad de cálculo. En el contexto del modelo de IP, un multiplicador se define como el valor bruto de producción que es requerido para satisfacer los valores que toma la demanda final. Dichos requerimientos generan efectos directos e indirectos, por lo que su cálculo se realiza empleando la matriz A de coeficientes técnicos (requerimientos directos) y la matriz L inversa de Leontief (requerimientos totales). Para precisar la formulación de los multiplicadores directos de producción se tiene,

$$\mu_{(d)j} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (15)$$

Donde  $\mu_{(d)j}$  es el multiplicador directo que resulta de la suma por columnas de la matriz A de coeficientes técnicos que contiene  $[a_{ij}]$  elementos. Los efectos directos se refieren a las compras adicionales de insumos que se derivan de la variación ejercida sobre la demanda final de un sector específico. De manera similar, la formulación de los multiplicadores totales es,

$$\mu_{(t)j} = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (16)$$

Donde  $\mu_{(t)j}$  es el multiplicador total que resulta de la suma por columnas de la matriz inversa de Leontief  $L=(I-A)^{-1}$  que contiene  $[l_{ij}]$  elementos. Esta medición considera los efectos totales (directos e indirectos) que se producen a partir del impulso inicial ejercido sobre la demanda final, en otras palabras, es la reacción en cadena que originó el cambio marginal en la compra de insumos a través de todo el sistema económico.

La perspectiva que ofrece este tipo de análisis es la visión convencional del modelo de IP que se basa en el modelo Leontief impulsado por el lado de la demanda, particularmente, en el análisis

de la estructura de costos y las relaciones técnicas (consideradas en términos monetarios) que se observan en el funcionamiento de un sistema económico. No obstante, en el marco del conjunto de relaciones de interdependencia del mismo sistema, existe otro tipo de efecto económico que se relaciona con la estructura de las ventas y la forma en que distribuye toda la producción a través de los sectores de la economía, por ende, éste se vincula con el modelo de Gosh que proporciona la perspectiva de un modelo impulsado por el lado de la oferta.

### 3.3. Encadenamientos productivos: directos y totales

Bajo la idea de los dos tipos de efectos económicos, Hirschman (1958) planteó los conceptos de encadenamientos hacia atrás y hacia delante para expresar que dentro de las actividades económicas operan dos mecanismos:

i) el insumo-abastecimiento, demanda derivada o *efecto de eslabonamientos anteriores*, es decir, todos aquellos intentos que induce una actividad económica para abastecer los insumos necesarios que permiten el funcionamiento de su propia actividad y ii) la producción-utilización o *efectos de eslabonamientos posteriores*, esto es, cualquier actividad que por su naturaleza no abastece exclusivamente las demandas finales inducirá intentos de utilizar su producción como insumo en alguna actividad nueva (Hirschman, 1958: 106).

La idea de Hirschman es que, cuando un sector aumenta su producción, es necesario que compre insumos a otros, por tanto, se presenta el efecto económico de encadenamiento hacia atrás (EA) (*backward linkages*); en cambio, cuando distribuye una parte de esta producción para usos intermedios, se habla de un encadenamiento hacia delante (ED) (*forward linkages*) porque habilita el funcionamiento de otros. En el artículo seminal de Chenery y Watanabe (1958) los encadenamientos directos se miden a partir de la suma por columnas de la matriz A de coeficientes técnicos en el modelo de Leontief (hacia atrás) y la suma por filas de la matriz B de coeficientes de entregas en el modelo de Gosh (hacia delante). A partir de la comparación del multiplicador directo con su valor promedio, se ofrece una tipología que permite ubicar en un plano coordinado las actividades económicas que tienen mayor capacidad para encadenarse hacia atrás o hacia delante. La formulación del encadenamiento directo hacia atrás es,

$$EA_{(d)j} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{(1/n) \sum_{i=1}^n a_{ij} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (17)$$

Donde  $EA_{(d)j}$  es una medida de encadenamiento directo hacia atrás normalizada,  $\sum_{i=1}^n a_{ij}$  es el multiplicador directo de coeficientes de insumo y  $(1/n) \sum_{i=1}^n a_{ij} \sum_{j=1}^n a_{ij}$  el valor promedio de los mismos. La formulación del encadenamiento directo hacia delante es,

$$ED_{(d)i} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{(1/n) \sum_{i=1}^n b_{ij} \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad (18)$$

Donde  $ED_{(d)j}$  es una medida de encadenamiento directo hacia delante normalizada,  $\sum_{i=1}^n b_{ij}$  es el multiplicador directo de coeficientes de entregas y  $(1/n) \sum_{i=1}^n b_{ij} \sum_{j=1}^n b_{ij}$  corresponde al valor promedio de los mismos.

Por otra parte, Rasmussen (1957) propone cuantificar los encadenamientos totales a partir de la utilización de la matriz de Leontief  $(I - A)^{-1} = [l_{ij}]$  y de Gosh  $G = (I - B)^{-1} = [g_{ij}]$  que capturan tanto los efectos directos como indirectos. Esta apreciación puede resultar más adecuada en la medida que captura la totalidad de los efectos económicos, y no sólo los directos como lo contemplan la índices de Chenery y Watanabe. De manera análoga, la formulación de los encadenamientos totales hacia atrás es,

$$EA_{(t)j} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{ij}}{(1/n) \sum_{i=1}^n l_{ij} \sum_{j=1}^n l_{ij}} \quad (19)$$

En tanto que la formulación de los encadenamientos totales hacia delante es,

$$ED_{(t)i} = \frac{\sum_{j=1}^n g_{ij}}{(1/n) \sum_{i=1}^n g_{ij} \sum_{j=1}^n g_{ij}} \quad (20)$$

En ambos casos, el cálculo de los indicadores es relativo, en el sentido que realiza una normalización en términos de los valores promedio. Estas medidas se han propuesto para proporcionar una cuantificación de la interdependencia económica que permite identificar sectores claves o líderes en la economía, de este modo, si el índice de encadenamiento en algún sector es superior a lo observado por el promedio del conjunto productivo, entonces, sería más conveniente estimular la actividad económica en aquellos sectores que presentan tal condición. De ahí que, con base en los resultados de los dos tipos de encadenamientos, se ha buscado proponer una clasificación que permita identificar cuáles son los sectores claves de una economía. Los cuatro criterios son: i) *sectores claves*, se caracterizan por estar conectados por medio de las compras y ventas de insumos intermedios, ( $EA$  y  $ED > 1$ ); ii) *sectores de arrastre*, se tipifican como actividades que están vinculadas hacia atrás, es decir, que se caracterizan por ser compradores de insumos ( $EA > 1$ ;  $ED < 1$ ); iii) *sectores base*, se identifican por ser vendedores de insumos y porque el vínculo de su actividad es hacia delante facilitando el funcionamiento de otros sectores ( $EA < 1$ ;  $ED > 1$ ) y iv) *sectores independientes*, usualmente caracterizados por actividades que mantienen pocos vínculos en términos de compras y ventas de insumos intermedios ( $EA$  y  $ED < 1$ ). Existen numerosas sugerencias para diferentes definiciones y refinamientos de estos índices. Los primeros trabajos incluyen a Rasmussen (1957) Hirschman (1958) Chenery y Watanabe (1958) Yotopoulos y Nugent (1973) Laumas (1975) y Jones (1976); mientras que el papel exacto que juegan estas medidas dentro de la planeación del desarrollo se han planteado en McGilvray (1977), Hewings (1982), entre otros (Citados por Miller y Blair, 2009: 556).



#### 4. Análisis sectorial y multisectorial de la economía de Sonora

La economía de Sonora ha mostrado una serie de transformaciones en su estructura productiva a lo largo de su historia, así, en los primeros años del siglo pasado, el modelo de desarrollo estatal estaba liderado por la actividad minera; después, sentó las bases en la agricultura de los valles como centro de acumulación (1940-1970); posteriormente, transitó a una estructura más diversificada basada en el desarrollo agrícola con una industria local incipiente y la industria maquiladora de exportación (1970-1990); pero, desde entonces, se ha convertido en una economía impulsada principalmente por la industria manufacturera de exportación (Ramírez, 1991; Erquizio, 2009 y Mendoza; 2018).

En el contexto de la más reciente etapa del desarrollo sonorenses algunos estudios han evaluado el desempeño económico de Sonora en el marco del TLCAN. Durante los primeros años del tratado la entidad no se ha visto favorecida, puesto que su desempeño se ubica en un rezago relativo entre los estados fronterizos y las posibles causas explicativas de este comportamiento se vinculan con la presencia de una estructura industrial heterogénea y a la ausencia de agentes económicos locales para direccionar el rumbo de la economía estatal (Wong, 2004; Lara, Velázquez y Rodríguez, 2007; Hernández, Soto y Vázquez, 2008; Erquizio, 2009; Vázquez, 2009; Coronado, 2010 y Mendoza, 2018). A partir de entonces, el propósito de este apartado es proporcionar evidencia empírica acerca de la evolución general y sectorial de la economía del estado en los años más recientes y mostrar los resultados del análisis multisectorial bajo el enfoque de IP.

##### 4.1. Desempeño económico estatal

Para evaluar el desempeño económico estatal se consulta la información del producto interno bruto por entidad federativa (PIBE) y sector de actividad económica disponible en el SCN de INEGI durante el lapso 2003-2017. Los datos están valorados a precios constantes del año 2013 y la cobertura sectorial se desagrega a nivel de sector y subsector de la industria minera y manufacturera de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN); 18 sectores concentrados en actividades primarias, comercio y servicios y 14 subsectores de las industrias minera y manufacturera.

**Cuadro 1.** PIB estados fronterizos y total nacional (millones de pesos de 2013)

Posición	Entidad	2003	Posición	Entidad	2017	Tasa de crecimiento
1	Nuevo León	803,889	1	Nuevo León	1,276,123	3.36
2	Coahuila	436,574	2	Coahuila	612,676	2.45
3	Baja California	399,515	3	Sonora	572,382	3.36
4	Tanauipias	391,574	4	Chihuahua	556,563	3.15
5	Sonora	365,427	5	Baja California	544,645	2.24
6	Chihuahua	360,427	6	Tamaulipas	490,583	1.62
	Frontera Norte	2,757,511		Frontera Norte	4,052,972	2.79
	Total Nacional	12,559,105		Total Nacional	17,363,660	2.34

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la información del cuadro 1, el ritmo de crecimiento agregado de la economía de Sonora registra una dinámica de 3.26 por ciento, que resulta superior al 2.79 y 2.34 por ciento del conjunto de estados fronterizos y el país, respectivamente. Dentro del contexto de la frontera norte, Sonora se ubica en el lugar cinco de un total de seis posiciones en el año 2003, lo que corrobora lo documentado por los investigadores de la región en cuanto al rezago relativo de la entidad en los inicios del TLCAN, no obstante, logra posicionarse como la tercera economía del norte en el año 2017, sólo por debajo de Nuevo León y Coahuila, desplazando a Baja California y Tamaulipas en tamaño de PIBE.

Si se considera la composición sectorial de Sonora en términos del sector primario, secundario y terciario, se observa que en el año 2013 (año para el que se obtiene la MIP estatal) la participación de éstos es de 5.9, 44.8 y 49.3 por ciento, respectivamente, que contrastan con el 3.3, 33.1 y 63.6 por ciento respectivos de la composición sectorial nacional, lo que evidencia en Sonora, una orientación productiva primaria y secundaria en relación con la tercerización de la economía a nivel nacional. En una desagregación sectorial más amplia, se ha encontrado que la minería no petrolera (subsector 212) y las industrias manufactureras relacionadas con la fabricación de maquinaria y equipo, eléctrica, electrónica, automotriz y aeroespacial (subsectores 333-336) figuran como las actividades que tienen más peso en la composición de la producción, ya sea por su tamaño, especialización, participación o dinámica de crecimiento dentro del conjunto productivo.

**Cuadro 2.** Indicadores del desempeño y composición sectorial en Sonora 2013-2017

Número	Código SCIAN	Actividad	Participación		Tasa de crecimiento	Aportación al crecimiento	Especialización (2013)
			Sonora	México			
1	11	Primarias	5.9	3.3	3.1	12,994	1.80
2	211	Secundarias	0.0	6.2	0.0	-	0.00
3	212		8.7	1.1	6.9	38,264	7.75
4	22		2.1	1.6	4.8	6,390	1.37
5	23		8.6	7.7	2.9	17,046	1.11
6	311		4.9	3.9	2.5	8,240	1.28
7	312		0.8	0.9	3.2	1,542	0.90
8	313-314		0.2	0.2	-0.8	(83)	0.62
9	315-316		0.4	0.5	0.3	70	0.70
10	321		0.1	0.2	-1.5	(86)	0.46
11	322-323		0.2	0.4	0.7	95	0.44
12	324-326		0.7	2.7	-9.2	(7,442)	0.24
13	327		0.4	0.4	3.6	896	0.83
14	331-332		3.9	1.7	-0.9	(2,762)	2.29
15	333-336		13.4	5.1	7.6	41,922	2.63

16	337		0.2	0.2	1.1	121	0.76
17	339		0.4	0.3	2.9	733	1.28
18	43	Terciarias	10.1	8.2	4.4	26,737	1.23
19	46		8.3	9.3	1.2	6,355	0.90
20	48-49		3.9	6.5	2.2	5,881	0.61
21	51		1.0	2.1	15.8	7,498	0.46
22	52		1.9	3.6	10.6	10,422	0.52
23	53		8.2	11.8	2.8	14,437	0.69
24	54		1.3	2.0	2.1	1,752	0.64
25	55		0.0	0.6	2.6	44	0.04
26	56		2.1	3.7	2.2	2,967	0.58
27	61		3.3	4.2	1.6	3,641	0.78
28	62		2.0	2.4	1.2	1,522	0.82
29	71		0.3	0.5	2.0	386	0.62
30	72		1.5	2.2	1.9	2,075	0.66
31	81		2.1	2.2	1.2	1,796	0.99
32	93		3.3	4.3	1.6	3,395	0.77

Fuente: elaboración propia

En el cuadro 2 sólo aparecen el número y código SCIAN de los sectores productivos. El cuadro 3 presenta, número, código SCIAN y nombre completo de las actividades analizadas. En los resultados que muestra el cuadro 2 se puede apreciar que el subsector 333-336 fabricación de maquinaria y equipo es el de mayor peso en la composición sectorial durante el lapso 2003-2017, al realizar la mayor contribución al crecimiento con un valor de 41,922 millones de pesos, su tasa de crecimiento es la más alta con un registro de 7.6 por ciento, su participación es de 13.4 por ciento y el índice de especialización es de 2.6. El caso del subsector 212 minería no petrolera es el segundo más importante, ya que aporta al crecimiento 38,264 millones de pesos, su tasa de crecimiento es de 6.9 por ciento, su participación sectorial asciende a 8.7 por ciento y su índice de especialización es el más alto con un valor de 7.75. Entre otras actividades que son significativas por su aportación al crecimiento se encuentra el sector 43 de comercio al por mayor, el sector 23 de la construcción, el sector 53 de los servicios inmobiliarios, el sector 11 de la agricultura, ganadería, caza y pesca, el sector 52 de servicios financieros y de seguros y el subsector 311 de la industria alimentaria. Estas ocho actividades (celdas sombreadas en gris) concentraron 82.2% de la contribución al crecimiento en el lapso 2003-2017, lo que también se refleja en los demás indicadores como la dinámica de crecimiento, la participación sectorial y especialización relativa. Sólo los sectores de servicios inmobiliarios y financieros mostraron índices de especialización por debajo de la unidad.

Durante el periodo 2003-2017 el desempeño económico estatal de Sonora ha sido aceptable tomando en cuenta los comportamientos de la economía nacional y estados

fronterizos. Cabe señalar que este desempeño se ha concentrado en un número no muy amplio de actividades económicas, entre las que destacan la fabricación de maquinaria y equipo y la minería no petrolera, que se distinguen por su capacidad de contribuir al crecimiento, dinámica y participación sectorial, así como por su especialización relativa. Sin embargo, es importante indagar si estas actividades estudiadas desde un enfoque sectorial, también son relevantes en los términos de la interdependencia económica, como se plantea en las medidas de multiplicadores y encadenamientos productivos del análisis multisectorial.

**Cuadro 3. Clasificación SCIAN a nivel sector y subsector 2013**

Número	Código SCIAN	Actividad
1	11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
2	211	Minería petrolera
3	212	Minería no petrolera
4	22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final
5	23	Construcción
6	311	Industria alimentaria
7	312	Industria de las bebidas y del tabaco
8	313-314	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles; Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir
9	315-316	Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
10	321	Industria de la madera
11	322-323	Industrias del papel; Impresión e industrias conexas
12	324-326	Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón; Industria química; Industria del plástico y del hule
13	327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
14	331-332	Industrias metálicas básicas; Fabricación de productos metálicos
15	333-336	Fabricación de maquinaria y equipo; Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación eléctrica; Fabricación de equipo de transporte
16	337	Fabricación de muebles, colchones y persianas
17	339	Otras industrias manufactureras
18	43	Comercio al por mayor
19	46	Comercio al por menor
20	48-49	Transportes, correos y almacenamiento
21	51	Información en medios masivos
22	52	Servicios financieros y de seguros
23	53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
24	54	Servicios profesionales, científicos y técnicos
25	55	Corporativos
26	56	Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación
27	61	Servicios educativos



28	62	Servicios de salud y de asistencia social
29	71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
30	72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
31	81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales
32	93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Multiplicadores totales de la producción

Las evidencias empíricas que se presentan enseguida son el resultado de aplicar la ecuación (16) de la sección 3.2 referente a la obtención de los multiplicadores de producción. Esta medida se obtiene para analizar la MIP estatal de Sonora que se presenta en una desagregación sectorial de 32 actividades económicas expresados en valores básicos y millones de pesos del año 2013. La desagregación de la MIP de Sonora sigue la clasificación SCIAN de la misma forma en que lo hace el SCN del INEGI en la publicación del PIB por entidad federativa.

**Cuadro 4.** *Multiplicadores totales de producción*

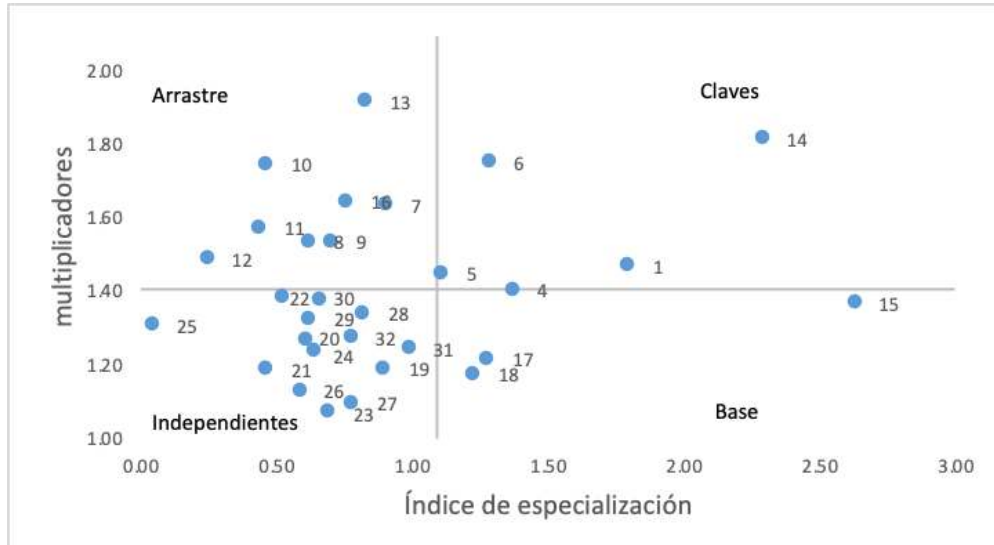
Número	Código SCIAN	Multiplicadores	Número	Código SCIAN	Multiplicadores
1	11	1.47	17	339	1.22
2	211	-	18	43	1.18
3	212	1.44	19	46	1.19
4	22	1.41	20	48-49	1.27
5	23	1.45	21	51	1.19
6	311	1.754	22	52	1.38
7	312	1.64	23	53	1.07
8	313-314	1.54	24	54	1.24
9	315-316	1.54	25	55	1.31
10	321	1.749	26	56	1.13
11	322-323	1.58	27	61	1.10
12	324-326	1.49	28	62	1.34
13	327	1.92	29	71	1.33
14	331-332	1.82	30	72	1.38
15	333-336	1.37	31	81	1.25
16	337	1.65	32	93	1.28

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 4 las celdas sombreadas en tono gris indican el valor del multiplicador que está por encima del valor promedio. De esta forma, el indicador más alto se encuentra en el subsector 327 de fabricación de productos a base de minerales no metálicos con un multiplicador de 1.92, lo que implica que un cambio unitario sobre la demanda final de esta actividad produce un cambio de 1.92 pesos en la producción bruta total. El subsector 331-332 de industrias metálicas básicas y fabricación de productos metálicos tiene un multiplicador de 1.82, por lo que cambios unitarios sobre su demanda final provocarán variaciones por 1.82 pesos en la producción bruta. A éstos le sigue, en orden de importancia, el subsector 311 de la industria alimentaria y el subsector 321 de la industria de la madera con un multiplicador de 1.75; posteriormente, se encuentran los subsectores 337 de fabricación de muebles, el 312 de la industria de la bebida y el tabaco, 322-323 de la industria del papel, impresión e industrias conexas, el 313-314 de fabricación de insumos y acabados textiles, el 315-316 de fabricación de prendas de vestir, curtido y acabado de cuero y piel y el 324-326 de fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón; con multiplicadores de 1.65, 1.64, 1.64, 1.58, 1.54, 1.54 y 1.49, respectivamente. Finalmente, los sectores 11 de agricultura, ganadería, caza y pesca, 23 de construcción, 212 de minería no petrolera y 22 de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; tienen multiplicadores de 1.47, 1.45, 1.44 y 1.41, respectivamente.

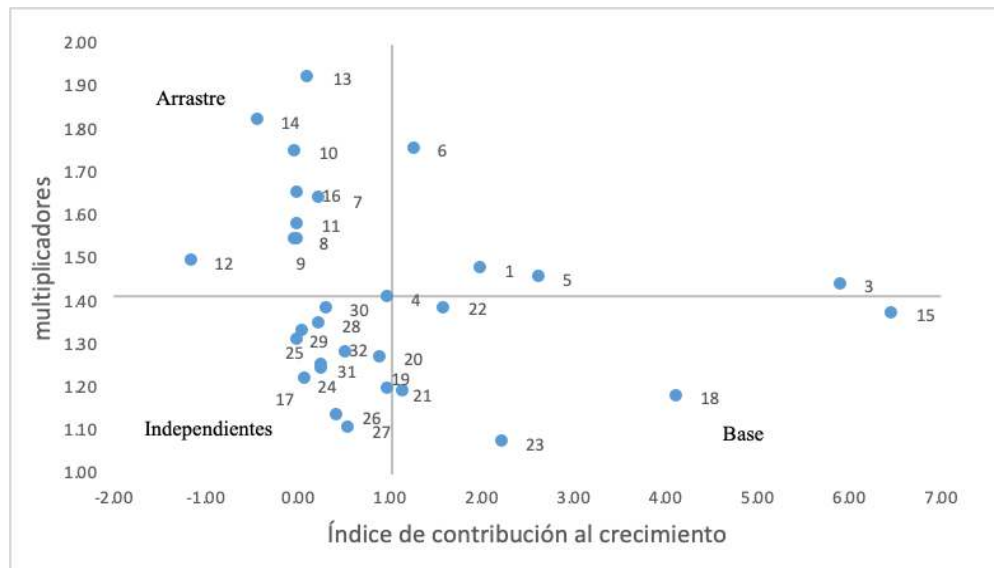
En términos generales, cabe destacar que la mayoría de las actividades económicas con índices de multiplicadores más altos, no observaron altos índices del desempeño en crecimiento, participación y especialización. Para visualizar estas comparaciones entre índices se puede proponer una tipología alterna a la de sectores claves del apartado 3.3 con base en los índices de desempeño y multiplicadores. De este modo, los criterios son: i) *sectores claves*, se caracterizan por altos índices del multiplicador y de aportación al crecimiento y/o especialización; ii) *sectores arrastre*, tienen alta influencia en términos de efectos multiplicadores, pero su contribución al crecimiento y/o especialización es baja; se puede decir que son actividades emergentes con potencial para desarrollar la economía doméstica con vínculos hacia fuera, iii) *sectores base*, se identifican por su alta contribución al crecimiento y/o especialización, pero con bajos efectos multiplicadores; se podría afirmar que son actividades avanzadas que típicamente están conectadas a las cadenas globales de valor y tienen potencial para desarrollar la economía con sustitución de procesos y/o vínculos hacia adentro; iv) *sectores independientes*, se tipifican como actividades que tienen bajos índices de multiplicadores y su aportación al crecimiento y/o especialización también es baja. En la gráfica 1 y 2 se presentan los índices de especialización y de aportación al crecimiento *versus* los de multiplicadores, respectivamente. En ambas gráficas, las actividades antes mencionadas se constituyen como claves por su importancia en la contribución al crecimiento y/o especialización y efectos multiplicadores (a excepción de las industrias metálicas básicas en la gráfica 1). Los números que identifican los puntos coordenados en las gráficas son los mismos que aparecen en el cuadro 3 y que se asocian a los sectores y subsectores según su código y nombre de actividad SCIAN.

**Gráfica 1.** Índice de especialización y multiplicadores en Sonora 2013



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 2.** Índice de aportación al crecimiento y multiplicadores en Sonora 2013



Fuente: elaboración propia.

Al seguir esta tipología, con base en los valores de los índices evaluados según el caso, en la región con la leyenda “claves” del plano coordinado se ha encontrado que las únicas actividades claves son los sectores 11 de agricultura, ganadería, caza y pesca, 212 de minería no petrolera, 23 de construcción, 311 de industria alimentaria y 331-332 de industrias metálicas básicas.

La región con la leyenda “arrastre” del plano coordinado concentra actividades que se encuentran dentro de los subsectores manufactureros (311-336 en código SCIAN y de 6 a 17 en los números asignados a estos códigos). Es una zona con una considerable densidad sectorial ya que registra una agrupación importante de actividades en dicho cuadrante. En estas condiciones, se puede decir que un importante número de actividades manufactureras pueden aprovechar los altos efectos multiplicadores para transitar sectorialmente hacia zonas de mayor especialización productiva y con mayor contribución al crecimiento de la economía estatal.

Cabe señalar que la región con la leyenda “base” no tiene una alta densidad sectorial, sin embargo, se encuentra el subsector 333-336 de fabricación de maquinaria y equipo que, a pesar de ser la actividad de mayor contribución al crecimiento y tener alto índice de especialización relativa, se encuentra en el cuadrante de sectores base por su bajo nivel de multiplicador. La razón más obvia para explicar tal desempeño se encuentra en que se trata de una actividad que tiene altos requerimientos de insumos importados para desarrollar sus procesos, por lo que tiene pocos vínculos con la economía doméstica. En consecuencia, es una actividad que podría explorar mecanismos para desarrollar proveeduría local en el suministro de insumos para el desarrollo de estas actividades (eléctrica, electrónica, automotriz y aeroespacial) que usualmente se vinculan a las corrientes del comercio internacional y las cadenas globales de valor. En este cuadrante también se ubican los sectores 43 de comercio, 51 de servicios de información en medios masivos, 52 de servicios financieros y seguros y 53 de servicios inmobiliarios y alquileres; principalmente por su desempeño sectorial en la contribución al crecimiento.

Otra agrupación importante corresponde a los sectores independientes que se registran en la región IV del plano coordinado, esta zona concentra actividades de comercio y servicios (46-93 código SCIAN y de 19 a 32 en los números asignados a dichos códigos). Este conjunto de sectores tiene índices de aportación al crecimiento y/o especialización bajos, así como en efectos multiplicadores.

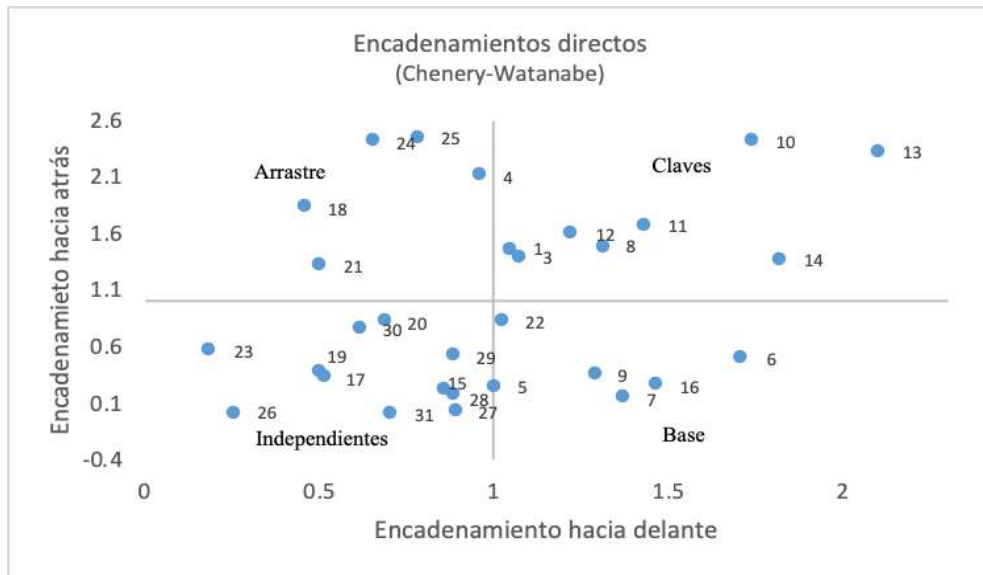
### **4.3. Encadenamientos productivos: directos y totales**

Para desarrollar el análisis clásico de sectores claves se toman como punto de partida los índices presentados en las formulaciones (17) y (18) que fueron propuestos por Chenery y Watanabe para medir los encadenamientos directos, y los índices de Rasmussen que se presentaron en las formulaciones (19) y (20) para medir los encadenamientos totales a partir del modelo de Leontief y Gosh, respectivamente. Bajo el enfoque de Chenery y Watanabe se identifican 8 sectores claves, 6 sectores de arrastre, 5 sectores base y 12 sectores independientes, mientras que, bajo el enfoque de Rasmussen, se registraron 8 sectores claves, 5 sectores de arrastre, 6 sectores base y 12 sectores independientes.

En los resultados que se presentan en las gráficas 3 y 4 se observa que, al transitar del primero al segundo enfoque, un sector base se convirtió en independiente (22) y un sector

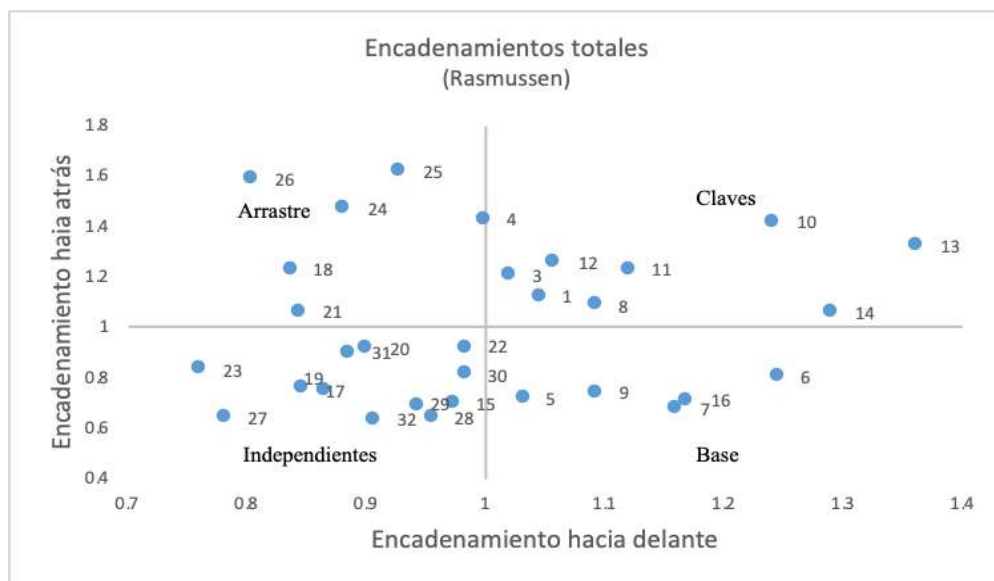
independiente se mudó al cuadrante de arrastre (26). Salvo estas dos excepciones, las evidencias obtenidas encuentran resultados muy similares en cuanto al mecanismo de clasificación sectorial establecido. Enseguida, se especifica puntualmente la posición de cada sector dentro de los cuatro cuadrantes del plano coordenado según los valores de sus índices.

**Gráfica 3.** Encadenamientos directos en Sonora 2013



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 4.** Encadenamientos totales en Sonora 2013



Fuente: elaboración propia.

Dado que los resultados son casi equivalentes, la agrupación sectorial se llevó a cabo a través del enfoque de Rasmussen:

- i) el cuadrante de *sectores claves* registra la participación de 8 actividades económicas: el sector 11 de agricultura, ganadería, caza y pesca y caza, el 212 de minería no petrolera, el 313-314 de fabricación de insumos textiles y acabado de textiles, el 321 de industria de la madera, el 322-323 de industrias del papel, impresión e industrias conexas, el 324-326 de fabricación de productos derivados del petróleo y carbón, el 327 fabricación de productos a base de minerales no metálicos y el 331-332 de industrias metálicas básicas.
- ii) el cuadrante de *sectores de arrastre* identifica la participación de 6 actividades: el sector 22 de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final, el 43 de comercio al por mayor, el 51 de información en medios masivos, el 54 de servicios profesionales, científicos y técnicos, el 55 de corporativos y el 56 de servicios de apoyo a negocios
- iii) el cuadrante de *sectores base* registra la participación de 5 actividades: el sector 23 de construcción, el 311 de industria alimentaria, el 312 de industria de las bebidas y del tabaco, el 315-316 de fabricación de prendas de vestir; curtido y acabado de cuero y piel y el 337 de fabricación de muebles, colchones y persianas.
- iv) finalmente, el cuadrante de *sectores independientes* muestra la mayor densidad sectorial aglutina la participación de 12 actividades: el sector 333-336 de fabricación de maquinaria y equipo, el 339 de otras industrias manufactureras, el 46 de comercio al por menor, el 48-49 de transportes, correos y almacenamiento, el 52 de servicios financieros y de seguros, el 53 de servicios inmobiliarios, el 61 de servicios educativos, el 62 de servicios de salud, el 71 de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, el 72 de servicios de alojamiento temporal, el 81 de otros servicios excepto actividades gubernamentales y el 93 de actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales.

Con base en estos resultados, el diseño de las políticas sectoriales tiene que estar orientado al fomento de las actividades con índices de encadenamientos hacia atrás y hacia delante superiores a la unidad, ya que sus altas relaciones de interdependencia producen los mayores efectos económicos y, por tanto, se pueden constituir como las ramas motoras del crecimiento de la economía estatal.

## 5. Conclusiones

Los resultados que evalúan el desempeño económico estatal de Sonora han mostrado que la entidad ha recuperado su capacidad relativa de crecimiento respecto al país y al conjunto de estados fronterizos, lo que la posiciona como la tercera economía del norte. En la perspectiva del análisis sectorial, las actividades que tienen una contribución más significativa son: fabricación de maquinaria y equipo y la minería no petrolera, seguida por el comercio al por mayor, construcción, servicios inmobiliarios, agricultura, ganadería, caza y pesca; servicios financieros e industria alimentaria, que, en conjunto, aportan 82% de la contribución al crecimiento durante el lapso 2003-2017.

En la perspectiva multisectorial que se estudia sobre la base de las interdependencias económicas, se observa que las actividades que tienen más efectos económicos vía multiplicadores son: fabricación de productos a base de minerales no metálicos, industrias metálicas básicas, industria alimentaria, industria de la madera fabricación de muebles, industria de la bebida y el tabaco, industria del papel, impresión e industrias conexas, fabricación de insumos y acabados textiles, fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón, agricultura, ganadería, caza y pesca; construcción, minería no petrolera y generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Estas evidencias son interesantes ya que, al comparar los resultados del análisis sectorial y multisectorial, se encuentra que las conclusiones que se pueden extraer a partir de ambos enfoques son disímiles, esto es, en la medida que el primero encuentra diversas actividades primarias, industriales, comerciales y de servicios como las más importantes, el segundo, encuentra que sólo las actividades primarias e industriales son las que se constituyen como sectores claves. Después, si se profundiza un poco más al realizar un cruce entre los índices de contribución al crecimiento, especialización y multiplicadores, se puede identificar que un considerable número de actividades manufactureras pueden aprovechar los altos efectos multiplicadores para transitar sectorialmente hacia zonas de mayor especialización productiva y con mayor contribución al crecimiento de la economía estatal y, por tanto, constituirse con un potencial para emerger como propulsoras del crecimiento. A la vez que otras actividades con altos requerimientos de insumos importados pueden explorar mecanismos alternos para desarrollar proveeduría local en el suministro de insumos para el desarrollo de sus procesos.

En su caso, el enfoque clásico de sectores claves identificó que las actividades que generan más interdependencias económicas por sus encadenamientos hacia atrás y hacia delante son: agricultura, ganadería, caza y pesca; minería no petrolera, fabricación de insumos y acabado de textiles, industria de la madera, industrias del papel, impresión e industrias conexas; fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón, fabricación de productos a base de minerales no metálicos y las industrias metálicas básicas. De ahí que la manera de delinear una política sectorial en la entidad tiene que considerar el fortalecimiento de estas actividades como mecanismo para desarrollar la estructura productiva.

La hipótesis de investigación queda constatada una vez que el análisis multisectorial de IP ha evidenciado que existe un conjunto de actividades primarias e industriales que se clasifican como los sectores claves de la estructura productiva de Sonora, es decir, por su importancia para fomentar el crecimiento económico a través de sus efectos multiplicadores y encadenamientos productivos, a pesar de que algunas no cuentan con altos índices de especialización o de contribución al crecimiento. En consecuencia, la promoción del desarrollo económico estatal tiene que contemplar y complementarse con la condición de las interdependencias económicas existentes en las actividades primarias e industriales, como una vía para aumentar las posibilidades de crecimiento y desarrollo sectorial estatal y no solo por lo que indican las medidas de especialización y/o contribución al crecimiento.

## 6. Referencias

- Albornoz, L., R. Canto y J. Becerril. 2012. "La estructura de las interrelaciones de la economía de Yucatán. Un enfoque de insumo producto", *Región y Sociedad*, 24 (54): 136-174.
- Asuad, N. y J. Sánchez. 2018. "An exploratory and comparative between a bottom-up, and top down approaches for spatialized construction of a regional input output matrix", *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 75(298): 3-56.  
<https://dx.doi.org/10.21919/remef.v13i2.273>.
- Beutel, J. 2002. *The economic impact of objective 1 interventions for periods 2000-2006*. Report to directorate general for regional policies, Konstanz, Germany. Recuperado en: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/objective1/final\\_report.doc](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/objective1/final_report.doc) (mimeo).
- Beutel, J. 2008. *An input output system of economic accounts for the EU member states*. Interim report for service contract number 150830-2007 FISC-D for European Commission. Directorate-general, Joint Research Centre. Institute for prospective technological Studies (mimeo).
- Chapa, J., E. Ayala e I. Hernández. 2009. "Modelo insumo producto para el noreste de México", *Ciencia UANL*, 12(4): 409-416.
- Chapa, J. y E. Rangel. 2010. "Análisis de la estructura productiva y de ingreso-gasto del estado de Nuevo León para el año 2004", *EconoQuantum*, 6(2): 55-79.
- Chenery, H. 1953. "Regional analysis", en H. Chenery, P. Clark y C. Vera (comps.), *The structure and growth of the Italian economy*, United States Mutual Security Agency, Roma.
- Chenery, H. y T. Watanabe. 1958. "An international comparison of the structure of production", *Econometrica*, 6(1): 487-521.
- Chiquiar, D., J. Alvarado, M. Quiroga y L. Torre. 2017. *Regional input output matrices, an application to manufacturing exports in Mexico*, Banco de México, Documentos de Investigación, núm. 2017-09. Recuperado de: <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/documentos-de-investigacion-del-banco-de-mexico/%7B12AAF90C-8036-6BBD-1A4E-9DE123FE2280%7D.pdf>.
- Dávila, A. 2002. "Matriz insumo producto de la economía de Coahuila e identificación de sus flujos sectoriales más importantes", *Economía Mexicana: NUEVA ÉPOCA*, 11(1): 79-162.
- Dávila, A. y M. Valdés. 2013. "Jalisco: modelos de producción de insumo producto. Años 2003 y 2008", *EconoQuantum*, 10(2): 100-133.
- Dávila, A. 2015. *Modelos interregionales de insumo producto de la economía mexicana*. M.A. Porrúa, Ciudad de México.
- Dietzenbacher, E. y B. Los. 1997. Structural decomposition techniques: Sense and sensitivity, *Economic System Research*, 10(4): 307-324. <https://doi.org/10.1080/09535319800000023>.
- Erquizio, A. 2009. "Sonora ante la economía del conocimiento: una perspectiva macroeconómica, 1970-2006", en R. Basurto y M. Vázquez (comps.) *Sonora: la competitividad regional y empresarial ante la economía del conocimiento*, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.



- Fuentes, N. 2002. *Matrices de insumo producto de los estados fronterizos del norte de México*, Plaza y Valdés, Distrito Federal.
- Fuentes, N. 2005. Construcción de una matriz insumo producto regional. *Problemas del Desarrollo*, 36(140): 89-112.
- Fuentes, N., A. Brugués y G. González-König. 2018. "Simulación de un modelo insumo producto dinámico: multiplicadores de producción para Coahuila", *Revista de Economía*, 35(91): 93-117.
- Ghosh, A. 1958. "Input-Output Approach to an Allocation System", *Economica*, 25: 58-64.
- Hernández, M.C., A. Soto y M.A. Vázquez. 2008. "Impacto subregional del TLCAN. Sonora en el contexto de la frontera norte", *Frontera Norte*, 20(40): 105-134.
- Hirschman, A. 1958. *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, New Haven.
- Isard, W. 1951. "Interregional and regional input-output analysis: a model of space economy", *Review of Economic and Statistics*, 33(4): 318-328. <https://doi.org/10.2307/1926459>.
- Isard, W. y R. Keunne. 1953. "The impact of steel upon the greater New York-Philadelphia industrial region", *Review of Economics and Statistics*, 35(4): 289-301.
- Lara, B., L. Velázquez y L. Rodríguez. 2007. "Especialización económica en Sonora. Características y retos del nuevo milenio", *Región y Sociedad*, 19(n.spe): 27-49.
- Leontief, W. 1936. "Quantitative input and output relation in the Economic System of the United States", *Review of Economics and Statistics*, 18(3): 105-125. <https://doi.org/10.2307/1927837>
- Leontief, W. 1953. "Interregional theory", en W. Leontief *et al.* (comps.) *Studies in the Structure of the American Economy*, Oxford University Press, New York.
- Leontief, W. y A. Strout. 1963. "Multirregional Input Output Analysis", en T. Barna (comp.), *Structural Interdependence and Economic Development*, McMillan, London. [https://doi.org/10.1007/978-1-349-81634-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-349-81634-7_8).
- Marx, C. 1885. *El Capital: crítica de la economía política, II*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Mendoza, M. 2018. "Las etapas del desarrollo en Sonora: una interpretación de regímenes de desempeño económicos, 1940-2015" *Región y Sociedad*, 30(73): 1-33. <http://dx.doi.org/10.22198/rys.2018.73.a999>.
- Mendoza, M. 2019. "Construcción del marco de insumo producto en Sonora 2013", *Estudios Sociales*, 29(53): 2-39. <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.690>.
- Miller, R. y P. Blair. 2009. *Input-output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge University Press, New York.
- Moore, F. y J. Petersen. 1955. "Regional analysis: an interindustry model of Utah", *The Review of Economics and Statistics*, 37(4): 368-383. <https://doi.org/10.2307/1925851>.
- Moses, L. 1955. "The stability of interregional trading patterns and input-output analysis", *The American Economic Review*, 45(5): 803-832.
- Núñez, G. y A. Cruz. 2009. "Matriz insumo-producto de Oaxaca y un análisis de su economía", *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*, 2(3): 105-125.
- ONU. 2018. *Handbook on Supply, Use and Input-Output Tables with Extensions and Applications*, United Nations, New York, U. S.

- Puebla, A. 1998. *Análisis de la estructura económica del estado de Sonora: un enfoque de insumo-producto* (tesis de maestría), El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. Recuperado en: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/03/TESIS-Puebla-Maldonado-Armando-Parte-1.pdf>.
- Quesnay, F. 1758. *El tableau economique y otros escritos fisiócratas*, Fontamara, Barcelona.
- Ramírez, J. 1991. "Hipótesis acerca de la historia económica y demográfica de Sonora en la era contemporánea del capital, 1930-1990", *Serie Cuadernos de Trabajo*, 1, El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora.
- Rasmussen, N. 1957. *Studies in Intersectoral Relations*, North Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Sonis, M. y G. Hewings. 1989. "Error and sensitivity input-output analysis: a new approach", en R. Miller, K. Polenske y A. Rose (comps.), *Frontiers of Input Output Analysis*, Oxford University Press, New York.
- Secretaría de Economía. 2011. *Matriz de insumo-producto para el estado de Sonora. Actualización y regionalización estadística*, Gobierno del Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora.
- Torre, L., J. Alvarado y M. Quiroga. 2017. *Matrices insumo-producto regionales, una aplicación al sector automotriz en México*, Banco de México, Documentos de Investigación, núm. 2017-12, Recuperado de: <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/documentos-de-investigacion-del-banco-de-mexico/%7B38B13097-E3FB-1778-64AD-A3ED3EBF5962%7D.pdf>
- Vargas, J. 1999. "El cálculo del Producto Interno Bruto en Sonora", *Colección de ensayos de Administración Pública*, 3, Universidad de Sonora. Hermosillo, México.
- Vázquez, M.A. 2009. *Frontera norte, la economía de Sonora: una visión desde la perspectiva industrial*, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.
- Walras, L. 1874. *Elementos de economía política pura*, Alianza, Madrid.
- Wong, P. 2004. "Reinventar la economía de Sonora o los riesgos de una anomia colectiva", *Revista Comercio Exterior*, 54(8): 733-741.