

## Análisis de la estructura productiva de la economía mexicana 2000-2014

Carlos Obed Figueroa Ortiz\*

(Recibido: octubre, 2018/Aceptado: marzo, 2019)

### Resumen

El análisis insumo-producto utiliza diferentes metodologías para evaluar la estructura productiva de México: el método de encadenamientos específicos y coeficientes simétricos de Streit y el método de extracción no hipotética. La aplicación de esas metodologías tiene el objeto de capturar distintos aspectos de las relaciones económicas intersectoriales. El periodo de estudio abarca desde 2000 hasta 2014, utilizando la matriz insumo-producto, con un nivel de desagregación de 56 sectores económicos. A través de las metodologías aplicadas es posible detectar cambios en la estructura productiva excluyendo el sector externo, así como aquellos atribuibles a la liberalización del comercio que se experimentó la economía mexicana con el TLCAN. Como conclusión general, la estructura productiva mexicana experimentó cambios que implicaron una sustitución de productos nacionales por productos extranjeros.

*Palabras clave:* análisis insumo-producto, comercio bilateral México-EU., integración económica.

*Clasificación JEL:* C67, D57, R15, O51, O54, F15.

---

\* Profesor-investigador en la Universidad de Guadalajara. <carlosobed.figueroa@gmail.com>.

## Analysis of the productive structure of the mexican economy 2000-2014

### Abstract

Input-Output Analysis is applied through different methodologies to assess the Mexican productive structure: Streit's specific linkages and symmetric coefficients approach and the Non-Hypothetical Extraction Method. This is done aiming to capture distinct aspects of the economic intersectoral relationships. The study period covers from 2000 to 2014 using Input-Output Tables, with a level of disaggregation of 56 economic sectors. Thus, through the methodologies implemented is possible to detect changes in the productive structure both excluding the external sector and due to trade liberalisation that was experimented by the Mexican economy. The overall conclusion is that the Mexican productive structure experienced changes leading a substitution of domestic goods by foreign goods.

*Keywords:* input-output analysis, US-Mexico bilateral trade, economic integration.

*JEL classification:* C67, D57, R15, O51, O54, F15

### 1. Introducción

En términos generales, la matriz insumo-producto (MIP) es una herramienta para el análisis económico de un país, que proporciona información sobre su estructura de costos. Esto significa que, para cada sector, así como para toda la economía, los datos contenidos en las columnas de la matriz, muestran el número de compras o insumos que cada sector requiere para producir lo que se convertirá en oferta parcial o total. Estos insumos pueden ser físicos, de capital financiero o humano (agrícola, industrial, servicios, salarios, impuestos y depreciación); esto permite determinar rápidamente los sectores que utilizan una mayor proporción de ciertos tipos de insumos.

Por otra parte, la MIP permite observar la estructura de la demanda, es decir, la parte de la producción que se vende como insumos para los consumidores finales y los mercados extranjeros. Estos datos que

se enumerarán horizontalmente, representan la oferta o ventas a otros sectores de la economía; a partir de esto es posible hacer una comparación rápida y sencilla sobre qué sectores de la economía contribuyen en mayor o menor medida para el consumo interno y/o externo. Por último, esta matriz también proporciona información sobre la distribución del ingreso entre los factores de producción.

Tomando en cuenta lo anterior, desde el punto de vista de la planeación económica, la MIP permite responder preguntas como: ¿cuáles son los impactos esperados en la producción de todos los sectores de la economía como consecuencia del aumento de la demanda en una industria en particular? ¿Cuáles son los requisitos para que la importación y exportación de una industria o un sector se expanda?

Mediante la cuantificación de las relaciones entre las diversas industrias como proveedor o comprador de insumos intermedios, la MIP determina industrias clave apoyándose en la importancia de las interdependencias o encadenamientos interindustriales. La idea central de ejecutar este tipo de estudio es demostrar que no todas las actividades económicas son igualmente capaces de inducir efectos de “arrastre” o “empuje” sobre toda la economía.

Identificar los sectores clave juega un papel importante analítica, ya que estos actúan como líderes en el proceso de creación de demanda para el resto de los sectores. Por lo tanto, este análisis es relevante para centrarse en la mejora de los sectores con mayores efectos sobre su entorno para acelerar el ritmo de crecimiento de una región en su conjunto.

Para responder a las preguntas anteriores, se utilizarán técnicas establecidas en el marco de análisis insumo-producto. Los estudios seminales en la interdependencia sectorial son las obras de Hirschman (1958), Chenery-Watanabe (1958), Rasmussen (1956) y Streit (1960), los cuales proporcionan herramientas para el análisis empírico de la teoría del desarrollo. Por lo tanto, si resulta útil, estas técnicas se ajustan responder ante algunas críticas que se les hace. Dentro de estas críticas, una de las principales es el uso exclusivo de la matriz de coeficientes técnicos como fuente de información. Por lo tanto, se utiliza la matriz de coeficiente de distribución en los casos en los que es viable.

El objetivo de este trabajo es analizar las relaciones intersectoriales de la economía mexicana para examinar la interdependencia de la estructura productiva. Con este propósito, la base del World Input Output Database (WIOD) que contiene las observaciones para el periodo de 2000 a 2014 es

utilizada para hacer un análisis completo de la evolución de las relaciones intersectoriales de la economía. Esta base de datos es aprovechable para obtener los dos coeficientes que estiman únicamente la producción nacional, como aquellas en las que se incluyen las importaciones, teniendo en este caso los de Estados Unidos. El nivel de desagregación comprende cincuenta y seis sectores de producción. En la sección 2 se analizan los encadenamientos directos entre sectores según el método Chenery-Watanabe. En la sección 3 se aplica el enfoque Rasmussen para medir los encadenamientos totales que existen en la economía. Por otra parte, la sección 4 contiene el enfoque de Streit en el cual se calculan los encadenamientos de la oferta y demanda en un solo indicador. Después, la sección 5 estima el método de extracción no hipotética para determinar el impacto de un sector en la economía. En la sección 6 se proporcionan las implicaciones de política. Finalmente, la sección 7 resume y analiza los resultados.

## 2. Encadenamientos directos

El propósito del Análisis Insumo-Producto es comprender la relación entre todos los sectores de una economía. Cada industria utiliza la producción de otros sectores como insumos intermedios y su producción se utiliza como consumo intermedio para otras actividades. Así, la relación intersectorial inmediata se expresa por medio de la matriz de coeficientes técnicos, que es el soporte para el estudio de los efectos directos y multiplicadores de un sector específico sobre el resto de la economía.

El objetivo de esta sección también es poner en práctica uno de los instrumentos tradicionalmente utilizados para medir encadenamientos intersectoriales directos, basado en el enfoque propuesto por Hirschman (1958). Para lograr esta finalidad, la metodología utilizada es la desarrollada por Chenery-Watanabe (1958) la cual estima los encadenamientos directos (no ponderados y ponderados). El punto de partida para este análisis es la matriz de coeficientes de requerimientos directos (o coeficientes técnicos), este enfoque parte de los trabajos de Leontief (1926, 1936, 1951). Esta matriz se obtiene dividiendo los componentes de intermedios consumo de cada sector por su valor de producción correspondiente. Por lo tanto, expresa los requerimientos de insumos directos o el valor añadido de la industria, contenida en la columna:

$$a_{i,j} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad \forall i, j \quad (1)$$

donde  $a_{ij}$  es el llamado coeficiente técnico que describe la entrada intermedia de sector  $i$  para sector  $j$ ;  $x_{ij}$  es la entrada intermedia de sector  $i$  para sector  $j$ ; y  $X_j$  es el total de entrada para el sector  $j$ .

De esta manera, los coeficientes técnicos expresados en términos de columnas tiene dos componentes: la proporción de productos intermedios –tanto intrínseca y de otros sectores–, así como los factores de producción requerida para una unidad de producto de cada uno de los sectores que integran la matriz, los cuales son los requerimientos directos de producción.

Teniendo en cuenta que para cada sector  $i$  el valor de la producción total  $X_i$  es la suma de la demanda intermedia  $x_{ij}$  y su demanda final  $Y_i$ , esta relación se puede representar como:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i \quad (2)$$

alternativamente, usando los mismos datos, Ghosh (1958) también propone un modelo de insumo-producto impulsado por la oferta. Este enfoque se basa en la suma de las filas de la matriz, es decir, las ventas totales entregadas por cada sector. Éstos son los llamados coeficientes de oferta o de distribución, que dan como resultado la matriz de suministro directo:

$$b_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i} \quad \forall i, j \quad (3)$$

donde  $b_{ij}$  es el coeficiente de suministro. En el modelo de Ghosh, la producción total para el sector  $i$  se define como sigue:

$$X_i = \sum_{i=1}^n x_{ij} + V_i \quad \forall i, j \quad (4)$$

donde  $\sum_i x_{ij}$  es la cantidad que el sector  $i$  suministra como insumos para todos los sectores, y  $V_i$  son los insumos primarios, es decir, el valor agregado más importaciones.

Una combinación de ambos enfoques permite tener una visión completa de la estructura de costos en el caso de los coeficientes de requerimientos directos, y la distribución de las ventas en el caso de los coeficientes de suministro.

En consecuencia, desde el punto de vista de la política económica, la utilidad de la información obtenida de los coeficientes técnicos y de distribución se encuentra en el diseño de complejos industriales que se forman cuando una parte considerable de la producción de una industria se utiliza como bienes intermedios de otras. Esta será también útil en la detección de este tipo de sectores básicos o estratégicos de la economía.

### 3. Encadenamientos totales

Una vez revisados los primeros análisis de la MIP, el siguiente paso es explorar los multiplicadores de insumos y producción, ahora mediante el uso de las matrices inversas de Leontief y Ghosh respectivamente, con el fin de calcular los encadenamientos totales. La diferencia principal entre estos enfoques se encuentra en la variable exógena. El modelo de Leontief es un modelo basado en la demanda, donde la demanda final se toma como exógena. El modelo de Ghosh es un modelo basado en la oferta, utilizando el valor añadido como variable exógena. Dada esta diferencia, son complementarios en el análisis de la misma realidad. El multiplicador de producción cuantifica los efectos atrasados de cada sector en el conjunto de la economía, ya que mide el efecto en todos los sectores que tengan una variación de una unidad de demanda final en un determinado sector. Por otra parte, a través del multiplicador de suministro,

La inversa de Leontief se puede calcular con relativa facilidad. Mediante la sustitución de la ecuación 1 en 2, se obtiene la siguiente ecuación:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + Y_i \quad \forall i, j \quad (5)$$

que puede ser expresado en forma de matriz

$$X = AX + Y$$

y reordenando los términos

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (6)$$

donde  $I$  es la matriz identidad y  $(I-A)^{-1}$  es la inversa de Leontief. La suma de los elementos de la columna de la matriz inversa de Leontief contienen el llamado multiplicador de producción.

Es posible derivar la inversa de Ghosh de una manera similar. Mediante la sustitución de la ecuación 3 en 4, se obtiene la siguiente ecuación:

$$X_j = \sum_{i=1}^n b_{ij}X_i + V_j \quad \forall i, j \quad (7)$$

que se puede expresar en forma de matriz como:

$$X' = X'B + V' \quad (8)$$

o escrita como:

$$X' = (I - B)^{-1}V' \quad (8)$$

Donde  $(I-B)^{-1}$  se llama inversa de Ghosh, en la que la suma de los elementos de la fila contienen los encadenamientos hacia adelante (FL) de un sector.

#### 4. Encadenamientos específicos y coeficientes simétricos

Streit (1969) constituyó el primer intento de determinar los sectores que producen mayores efectos de “arrastre” de otros. Con este trabajo se cierra la brecha entre la oferta y la demanda, es decir, los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante, al desarrollar una sola medida de la relación entre dos sectores o entre un sector y el resto. Así, Streit (1969) propone el uso de dos tipos de indicadores: encadenamientos específicos utilizando la matriz simétrica, y encadenamientos globales que miden las relaciones de un sector determinado con el resto de la economía.

##### 4.1. Los encadenamientos específicos

Los encadenamientos específicos para la oferta (SSL) y la demanda (SDL) de dos sectores de producción  $i, j$  están vinculados si existe una relación entre los dos, por la cual, uno utiliza productos de la otra para el consumo intermedio, o como insumo intermedio de su propio proceso de producción ( $SSL_{ij}$  y  $SDL_{ij}$  respectivamente). Los encadenamientos específicos de la oferta (SSL) indican el porcentaje de consumo intermedio realizado por el sector  $j$  con respecto a la producción intermedia total por el sector  $i$ , y se puede definir como sigue:

$$SSL_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n IC_i} \quad (9)$$

donde  $x_{ij}$  es la entrada intermedia de sector  $i$  para el sector  $j$  y  $IC_i$  es el consumo intermedio total producido por el sector  $i$ .

Del mismo modo, el encadenamiento específico de la demanda (SDL) se define como la relación entre el valor de las compras de insumos intermedios de sector  $j$  para el sector  $i$  y los insumos intermedios total demandados por sector  $j$ , y se calcula como sigue:

$$SDL_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n II_j} \quad (10)$$

dónde  $II_j$  es la insumos intermedios total reclamado por el sector  $j$ .

Las tablas 1 y 2 indican el número de encadenamientos específicos de oferta y demanda relativas a cada uno de los 56 sectores productivos con los otros, de acuerdo con diferentes umbrales de significancia.

Después de determinar los encadenamientos específicos, es posible seleccionar sectores que están identificados como relevantes, lo que significa que ejercen cierta influencia como generadores de demanda de productos para determinado sector o como proveedores de insumos intermedios requeridos por otras ramas para producir. Un sector se considera relevante si tiene al menos tres encadenamientos significativos con otras ramas, con un valor mayor que 0,1. Los resultados de esta clasificación se muestran en la tabla 3. Después de esta metodología, el resultado es una selección de sectores que podrían ser considerados como nodos de la red de producción. La interpretación de estos coeficientes, vale la pena señalar la fuerte vinculación entre el sector 1 y 5 (agricultura, ganadería y caza y Alimentación, bebidas y tabaco, respectivamente) en ambos sentidos con un valor combinado de 0,5.

Esto es importante debido a que en el sector 1 de la economía mexicana tradicionalmente no tiene acceso al sector de la intermediación financiera y depende principalmente de los programas de gobierno para obtener recursos para su desarrollo, lo cual se confirma en este caso.

Tabla 3  
Encadenamientos específicos relevantes

Sector	Código	Sin importaciones			Con importaciones		
		SSLij	SDLij	Total	SSLij	SDLij	Total
agricultura, ganadería y Caza	r1	1, 5	1, 5	4	1, 5	1, 5, 11	5
avicultura	r2	7, 13	2	3	7, 13	2	3
pesca y acuicultura	r3	5	5, 10	3	5	5, 10	3
minas y extracción	r4	10, 11	11, 50	4	10, 11	11, 50	4
alimentos, bebidas y tabaco	r5	1, 5	1, 5	4	1, 5	1, 5	4
textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	6, 20	6	3	6, 20	6	3
madera y productos de madera	r7	8	8	2	8	8	2
papel y productos de papel	r8	8	8	2	8	8	2
impresión y reproducción de medios grabados	r9	41, 50	8, 50	4	41, 50	8, 50	4
Coque y petróleo refinado	r10	10, 31	4, 10	4	10, 31	4, 10	4
químicos y productos químicos	r11	11, 13	4, 11	4	11, 13	4, 11	4
productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	12, 51, 53	11, 12, 50	6	12, 51, 53	11, 12, 50	6
caucho y plásticos	r13	20	11	2	20	11	2
metales básicos	r14	27	4, 14, 50	4	27	4, 14	3
productos minerales no metálicos	r15	15, 16, 20, 27	4, 15	6	15, 16, 20, 27	4, 15	6
metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	16, 20, 27	15, 16	5	16, 20, 27	15, 16	5
equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	17	17, 22	3	17	17	2
equipo eléctrico	r18	17, 18, 20, 27	15	5	17, 18, 20, 27	15, 17, 18	7
maquinaria y equipo	r19	17, 20	15	2	17, 20	15, 19	4
equipo de transporte	r20	20, 31	20	3	20, 31	20	3
otro equipo de transporte	r21	21	15	2	17, 21	15, 21	4
mobiliario	r22	17, 22	22	3	17, 22		2
reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23		15, 50	2		15, 50	2
electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24		10, 11	2		10, 11	2
recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	5	11	2	5	11	2
alcantarillado	r26	4, 26, 51, 53	26, 50	6	4, 26, 51, 53	50	5
construcción	r27	27	14, 27	3	27	14, 27	3
venta y reparación de vehículos automotores	r28	5, 27	50	3	5, 27	50	3
comercio mayorista y comisionista	r29	5, 27	50	3	5, 27	50	3
comercio al por menor	r30	5, 27	50	3	5, 27	50	3
transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	5	10	2	5	10	2
transporte por agua	r32	5, 20	34, 50	4	5, 20	34, 50	4
transporte aéreo	r33	17	10, 34, 50	4	17	10, 34, 50	4
otros servicios auxiliares del transporte	r34	31, 33	50	3	31, 33	50	3
actividades postales y de mensajería	r35	39, 41, 51	10, 50	5	39, 41, 51	10, 50	5
actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	51	5, 24, 50	4	51	5, 24, 50	4
publicaciones	r37	50, 52	50	3	50, 52	50	3
producción de cine, video y televisión	r38	38, 51	50	3	38, 51	50	3
telecomunicaciones	r39	39, 42	39, 50	4	39, 42	17, 39, 50	5
programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	50	45, 46, 50	4	50	45, 46, 50	4
servicios financieros	r41	27, 41	41, 50	4	27, 41	41, 50	4
seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42		39, 41, 43	3		39, 41, 43	3
otros auxiliares a servicios financieros	r43	42	39, 50	3	42	39, 50	3
actividades inmobiliarias	r44			0			0
actividades legales y contables	r45	50	45, 50	3	50	45, 50	3
actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	27	50	2	27	50	2
investigación y desarrollo científico	r47	50	50	2	50	50	2
publicidad y estudios de mercado	r48			0			0
otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	17, 41	45, 50	4	17, 41	45, 50	4
actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	29	50	2	29	50	2
Admon. Pública, defensa y seguridad social	r51	29, 30	36	3	6		1
Educación	r52	31, 41	24, 50	4	31, 41	24, 48	4
Salud y trabajo social	r53		12, 50	2		12, 50	2
otras actividades de servicio	r54	36, 41, 54	50	4	36, 41, 54	50	4
hogares emplean personal doméstico	r55			0			0
actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56		24, 41	2		41	1

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

Además, un sector que se considera un indicador de la economía en la construcción (27), no parece tener importantes encadenamientos con los sectores que podrían complementar el lado de la oferta como podrían ser servicios financieros (41) y Actividades inmobiliarias (44), de manera que su papel como un sector clave es limitada. A pesar de los ejemplos anteriores, se puede considerar que la economía está ampliamente interconectada teniendo sólo unos pocos sectores que pueden considerarse irrelevantes.

La tabla 3 también muestra los resultados cuando se incluye el sector externo con el fin de observar cómo se ven afectados los encadenamientos intersectoriales. Al comparar los resultados sin y con importaciones se puede observar que los resultados de los encadenamientos de oferta (SSL) parecen estar menos afectados por el sector externo.

Además del análisis de los encadenamientos específicos, se realiza el cálculo de los coeficientes simétricos de Streit ( $SSC_{ij}$ ), que son resultado del promedio de los cuatro encadenamientos existentes entre dos sectores  $i$  y  $j$  (dos de oferta y dos de la demanda) matemáticamente:

$$SSC_{ij} = \frac{1}{4}(SSL_{ij} + SSL_{ji} + SDL_{ij} + SDL_{ji}) \quad (11)$$

El resultado de lo anterior es una matriz cuadrada de 56 filas por 56 columnas. Estos coeficientes simétricos se utilizan para distinguir qué sectores tienen una mayor relación entre ellos. Para seleccionar los encadenamientos sectoriales relevantes se utilizan a menudo dos enfoques diferentes, uno se basa en la media de los coeficientes para cada sector y se calcula como sigue:

$$ASSC_i = \frac{\sum_{i=1}^n SSC_i}{n} \quad (12)$$

El segundo enfoque se basa en el uso de un umbral de relevancia, seleccionando los encadenamientos sectoriales por encima del umbral de 0,1. Estas estimaciones se muestran en las tablas 4 y 5. Como puede verse, este nuevo grupo de actividades productivas que presentan al menos tres relaciones intersectoriales por encima de los valores elegidos son alimentos, bebidas y tabaco (5), coque y petróleo (10), químicos (11) sin tener en cuenta las importaciones. Para el caso de las que incluyen importaciones repiten los mismos sectores.

## 4.2. Encadenamientos globales

Con el objetivo de estudiar la relación de un sector productivo específico con el resto de la economía, Streit propone el uso de coeficientes globales de vinculación. Éstos pueden calcularse a partir de la fórmula siguiente:

$$SGLC_i = \sum_i \sum_j SSC_{ij} \quad (13)$$

Este coeficiente global indica qué sectores se destacan debido a su fuerte integración dentro del sistema de producción a través de transacciones interindustriales. Los sectores más relacionados entre sí serán esos coeficientes globales que superan su promedio, que se obtiene de la siguiente manera:

$$ASGLC_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n SSC_{ij}}{n} \quad (14)$$

Al igual que en las secciones anteriores, esta clasificación es una primera aproximación a la red de producción en la medida en que da la misma importancia a cada uno de los sectores. Por lo tanto, es necesario introducir un elemento de ponderación que permite obtener una mejor información. En este caso, se utilizó la contribución al valor agregado de cada uno de los sectores. De esta manera se obtiene el coeficiente global ponderada de la siguiente manera:

$$WSGLC_{ij} = \sum_i \sum_j SSC_{ij} \frac{VA_i}{VA_T} \quad (15)$$

y su respectivo promedio:

$$AWSGLC_{ij} = \frac{\sum_i \sum_j SSC_{ij} \frac{VA_i}{VA_T}}{n} \quad (16)$$

Después de calcular los coeficientes de encadenamiento globales para cada rama (tanto ponderados y sin ponderar), la tabla 6 se ha construido mostrando los sectores que tienen coeficientes relevantes superior al promedio. Estos sectores relevantes se destacan por su alto nivel de integración con el sistema de producción a través de transacciones interindustriales. Es importante destacar que la base de datos contiene una serie de información de 2000 a 2014, por lo que hay algunos sectores que no presentan el mismo comportamiento durante todo el periodo. Dado lo anterior, se les ha clasificado como inestables (UNS) y sólo los años en los que los resultados fueron significativos están registrados. Tanto para los coeficientes ponderados y no ponderados, se obtiene un grupo de 17 sectores relevantes, de los que merece la pena destacar el caso del sector del papel (8) al sólo ser significativo

si se tiene en cuenta el sector externo. Asimismo, el caso del sector textil (6) muestra relevancia solo si se toma en cuenta el sector externo, sin embargo, solo aplica para el periodo 2000-2010.

## 5. Método de extracción hipotética

Una propuesta más para cuantificar la relación entre los sectores económicos se fundamenta en la siguiente pregunta: ¿qué pasaría en la estructura económica si un sector o grupo de sectores desaparecen? La respuesta a este problema se puede encontrar en el método de extracción hipotético (HEM). A partir de esta idea propuesta por Strassert (1968), los métodos de extracción eliminan un sector hipotéticamente desde la perspectiva económica y analizan la influencia que dicha remoción tiene en otros sectores de la economía. Para describir la extracción por el método hipotético se iniciará con el modelo de Leontief:

$X = (I-A)^{-1} Y$ , se decide “extraer” un sector, en este caso el  $k$ -ésimo, mediante la supresión de su columna y fila. Por lo tanto, la ecuación 16 se puede reescribir como:

$$X(k) = (I - \tilde{A}(k))^{-1} \tilde{Y}(k) \quad (17)$$

donde  $(k)$  es la matriz de coeficientes técnica con dimensión  $(n\tilde{A} - 1) \times (n - 1)$ ;  $X(k)$  e  $\tilde{Y}(k)$  son los vectores de salida y la demanda final con dimensión  $(n - 1)$ . Dado  $Y$  e  $\tilde{Y}(k)$  deben cumplirse  $X_i \leq \tilde{X}_i \forall i = 1, \dots, k-1, k+1, \dots, n$ . Entonces la suma de las diferencias:

$$L(k) = \sum_{i=1, i \neq j}^n (X_i - \tilde{X}(k)) \quad (18)$$

podría interpretarse como el indicador de encadenamiento de sector  $k$ .

Sin embargo, este método tiene dos inconvenientes. En primer lugar, no es posible distinguir entre los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante, ya que mide la relación total de (Cella, 1984). En segundo lugar, asumir la extracción de un sector entero es demasiado simplista y excesivo (Dietzenbacher y van der Linden, 1997). Para superar estas deficiencias, Dietzenbacher y van der Linden (1997) desarrollaron el método de extracción hipotética no completa, el cual mide los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante por separado utilizando dos coeficientes diferentes: las matrices de Leontief y Ghosh respectivamente.

Por lo tanto, con el fin de medir los encadenamientos hacia atrás, los insumos intermedios deben ser iguales a cero y asumir que los insumos requeridos son importados, es decir, el sector se extrae hipotéticamente. De la misma manera, el encadenamiento de avance se calcula suponiendo que el sector extraído no proporciona ningún insumo para el resto de la economía.

Los encadenamientos hacia atrás de sector  $k$  se pueden calcular mediante estableciendo su correspondiente columna de la matriz de coeficientes técnicos igual a cero. Mediante la sustitución de  $A(k^0)$  en la ecuación 16 y resolviendo para  $X$ , se obtiene la siguiente ecuación:

$$X(k^0) = (I - A(k^0))^{-1}Y \quad (19)$$

donde  $X(k^0)$  es la salida total después de la extracción de  $k$  sector. Por lo tanto, la encadenamiento entre el sector  $k$  hacia atrás y el sector  $i$  se puede denotar como  $X_i - X_i(k^0)$ . Entonces, podemos calcular la encadenamiento hacia atrás de la siguiente manera:

$$BL_k^{DL} = \frac{\sum_{i=1}^n [X_i - X_i(k^0)]}{X_k} \quad (20)$$

donde  $\sum_{i=1}^n [X_i - X_i(k^0)]$  es el encadenamiento hacia atrás absoluto del sector  $k$  y  $X_k$  el valor de la producción sectorial. El superíndice DL significa versión Dietzenbacher - van der Linden de los encadenamientos. Por lo tanto, este coeficiente cuantifica el cambio que se produce en la inversa de Leontief cuando se retiran las compras del sector correspondiente. Tal cantidad se normaliza dividiendo el encadenamiento absoluto por el valor de la producción sectorial.

De manera similar, los encadenamientos hacia delante de sector  $k$  pueden estimarse a partir de la matriz de Ghosh. Para ello, todos los elementos de la fila  $k$  de la matriz de coeficientes de distribución se establecen iguales a cero. Así, el modelo de Ghosh se define por:

$$X = (I - B)^{-1}V'$$

donde  $(I-B)^{-1}$  es la inversa de Ghosh, en la que la suma de los elementos de la fila contienen los encadenamientos hacia adelante (FL) de un sector. Mediante la sustitución de  $B(k^0)$  en la ecuación 26 y despejando  $X'$ , obtenemos la siguiente ecuación:

$$X'(k^0) = (I - B(k^0))^{-1}V' \quad (20)$$

donde  $X'$  es el vector de salida después de la extracción hipotética de sector  $k$ . Por lo tanto, el enlace hacia adelante se obtiene de la siguiente forma:  $(k^0)$

$$FL_k^{DL} = \frac{\sum_{i=1}^n [X'_i - X'_i(k^0)]}{X_k} \tag{21}$$

donde encadenamientos hacia adelante absolutos son dados por  $\sum_{i=1}^n [X'_i - X'_i(k^0)]$ .

La tabla 7 muestra los resultados producidos utilizando el Método de extracción hipotética no completa en términos de la participación en la producción para cada sector. Al examinar estos resultados también es posible determinar qué sectores muestran una mayor volatilidad durante el periodo en estudio.

Con el fin de encontrar sectores clave, los resultados se normalizaron para permitir una fácil lectura. La tabla 8 muestra los resultados normalizados para los encadenamientos obtenidos por este método. Es importante tener en cuenta que este método muestra que hubo doce sectores clave de la economía mexicana. Estos son madera (7), papel (8), impresión (9), coque y petróleo (10), químicos (11), caucho y plástico (13), tetales básicos (14), Productos minerales no metálicos (15), metales fabricados (16), electricidad, gas y vapor (17), actividades postales y mensajería (35) y publicaciones (37). Por el contrario, dieciocho sectores se clasifican como independientes o con un bajo impacto en la actividad económica. Esta clasificación se muestra en la figura 1.

	BL>1	BL<1
FL<1	sector clave	sector de base, debido a su capacidad como motor del crecimiento
FL>1	sector estratégico, dada la posibilidad de generar cuellos de botella	sectores independientes

Figura 1  
clasificación sectorial.

Tabla 8  
Índice del método de extracción no hipotética no completa

Sector		Encadenamiento hacia atrás	Encadenamiento hacia adelante	Resultado
agricultura, ganadería y caza	r1	0.8733	1.3489	FL
Silvicultura	r2	0.4375	3.0746	FL
pesca y acuicultura	r3	1.3513	0.3954	BL
minas y extracción	r4	0.4217	1.6874	FL
alimentos, bebidas y tabaco	r5	1.4310	0.3952	BL
textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	1.1117	0.5547	BL
madera y productos de madera	r7	1.3948	1.9479	KEY
papel y productos de papel	r8	1.3740	1.5907	KEY
Impresión y reproducción de medios grabados	r9	1.4263	1.5373	KEY
coque y petróleo refinado	r10	1.8979	1.5539	KEY
químicos y productos químicos	r11	1.3754	1.5326	KEY
productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	0.9916	0.4905	LOW
caucho y plásticos	r13	1.5603	1.4405	KEY
Metales básicos	r14	1.2097	1.3307	KEY
Productos minerales no metálicos	r15	1.3884	1.4591	KEY
metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	1.4024	1.0388	KEY
equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	0.6870	0.1830	LOW
equipo eléctrico	r18	1.0627	0.1581	BL
maquinaria y equipo	r19	1.0179	0.3160	BL
equipo de transporte	r20	1.1384	0.2903	BL
otro equipo de transporte	r21	0.9946	0.1691	LOW
mobiliario	r22	1.2913	0.6957	BL
reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23	0.9356	2.2779	FL
electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	1.1274	1.7248	KEY
recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	0.7049	2.0622	FL
alcanzarillado	r26	0.9358	0.6097	LOW
construcción	r27	1.0482	0.1357	BL
venta y reparación de vehículos automotores	r28	0.7785	0.9030	LOW
comercio mayorista y comisionista	r29	0.5544	0.8935	LOW
comercio al por menor	r30	0.5176	0.8931	LOW
transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	1.0854	0.4225	BL
transporte por agua	r32	1.1144	0.6877	BL
transporte aéreo	r33	2.2309	0.2745	BL
Otros servicios auxiliares del transporte	r34	0.8521	1.3094	FL
actividades postales y de mensajería	r35	1.0717	1.6527	KEY
actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	0.8777	0.3898	LOW
publicaciones	r37	1.0367	1.7590	KEY
producción de cine, video y televisión	r38	1.2750	0.2826	BL
telecomunicaciones	r39	0.6241	0.8100	LOW
programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	0.7264	1.4017	FL
servicios financieros	r41	0.6475	0.9158	LOW
seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42	1.7749	0.4584	BL
otros auxiliares a servicios financieros	r43	0.7030	1.3305	FL
actividades inmobiliarias	r44	0.0000	0.0000	LOW
actividades legales y contables	r45	0.4987	1.7937	FL
actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	0.7986	2.2354	FL
investigación y desarrollo científico	r47	0.6674	2.1946	FL
publicidad y estudios de mercado	r48	0.0000	0.0000	LOW
otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	0.5279	2.2093	FL
actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	0.2718	0.9648	LOW
admon. pública, defensa y seguridad social	r51	0.7926	0.0011	LOW
educación	r52	0.3129	0.0131	LOW
salud y trabajo social	r53	0.8001	0.0000	LOW
otras actividades de servicio	r54	0.6767	0.2034	LOW
hogares emplean personal doméstico	r55	0.0000	0.0000	LOW
actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56	2.1917	0.0000	BL

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

## 6. Implicaciones

La principal característica de análisis insumo-producto es permitir una visión de la actividad económica desglosada. Los cuatro enfoques presentados son instrumentos adecuados para estimar los efectos de una política decidida en la estructura productiva, en la medida en que está formulada sobre la base de las relaciones que se muestran en la matriz insumo-producto, que se consideran las interdependencias entre los agentes económicos.

En este contexto, a través del análisis de las diferentes metodologías desarrolladas en este trabajo se puede determinar, por un lado, el comportamiento del sector productivo teniendo en cuenta sólo sus transacciones intersectoriales. Por otro lado, es posible estimar el impacto de la liberalización del comercio, específicamente en la relación bilateral con Estados Unidos. Como se mencionó al inicio, el análisis de la información anterior se hizo para el periodo entre 2000 y 2014, lo cual permite analizar la situación en el período posterior a la entrada en vigor del TLC. De la misma manera y en términos generales el impacto del TLC en la economía mexicana ha sido positiva, sin embargo, estos resultados no se distribuyen por igual en todos los sectores.

Con todo esto en mente, también es posible establecer implicaciones en términos de políticas públicas. Entre los sectores que se consideran relevantes, debido a las disparidades socioeconómicas existentes entre los dos países en las negociaciones comerciales, se pueden mencionar la agricultura, automotriz y textil (Burfisher *et al.*, 2001).

Agricultura, ganadería y caza (1) es uno de los sectores más importantes en términos de empleo y la participación en el PIB (24% y 7%, respectivamente). Por el análisis de las características de su estructura productiva, se confirma la relevancia de este sector. Cuando se observan las relaciones directas es fácil de clasificar como un sector clave dado el volumen de su producción. Además, cuando los encadenamientos directos son ponderados por el valor añadido, los requerimientos de mano de obra de alta especialización implican que los encadenamientos hacia adelante son bastante fuertes. Estos resultados también son confirmados por los encadenamientos totales, donde la clasificación sectorial indica que éste es un sector básico. De este modo, el sector agricultura muestra un comportamiento coherente durante el periodo de estudio y presenta pequeños cambios cuando se incluye el comercio de Estados Unidos. En términos de política.

El análisis anterior sirve como punto de partida para determinar el impacto de las políticas económicas implementadas con el fin de definir nuevas estrategias para mejorar el desarrollo de cada uno de los sectores. En el caso específico del sector de la agricultura, es necesario que el gobierno mexicano tome la decisión de proteger el con el fin de minimizar el impacto del TLCAN, debido a las diferencias de productividad entre los socios comerciales. Aquí, las mejores estrategias serán aquellas dirigidos a aumentar la productividad y no sólo el tamaño de la producción en términos absolutos.

La industria automotriz es otro sector digno de mención. Su relevancia se debe al alto nivel de inversión extranjera directa que aporta a la economía mexicana. El debate sobre el TLC en este sector fue dirigido por los sindicatos de trabajadores de Estados Unidos, ya que, dada la diferencia en los salarios en la frontera, sería puesto en peligro su puesto de trabajo en caso de reubicación de las fábricas. En el análisis de la estructura productiva de equipo de transporte (20) se puede observar que el comportamiento, teniendo en cuenta las importaciones de Estados Unidos, no cambia los resultados referentes a las estimaciones sin importaciones estadounidenses. Sin embargo, si los coeficientes de producción y de distribución son analizados se pueden observar que los insumos importados representan el 40% del total, mientras que la demanda externa es de alrededor de 60%. En el mismo sentido, mediante el análisis de los multiplicadores Rasmussen se puede observar un incremento del 30% cuando los EU las importaciones se incluyen. Este sector es considerado como un sector estratégico dada la capacidad de "arrastre" de la economía ya que es un comprador de entrada masiva. Esta característica hace de este sector uno de los más atractivos en términos de valor cadenas debido a los grupos que generan, ya que la estrategia gubernamental mexicana ha sido la de conceder incentivos fiscales, entre otros beneficios con el fin de ser más atractivos para los inversores.

Otro sector relevante para el comercio bilateral es transporte terrestre (31). Cuando los encadenamientos directos y totales se analizan, lo primero que llama la atención es el hecho de que el comercio de Estados Unidos parece no tener un impacto significativo en términos de los coeficientes técnicos y de distribución, así como los multiplicadores. Las estimaciones ponderadas clasifican el sector como independiente dados los bajos encadenamientos cuando se introduce un factor ponderado (producción, la demanda final o valor añadido) transporte terrestre ahora

se clasifica como un sector clave. Esto refleja la importancia de este sector para el resto de la economía.

No obstante, un aspecto importante de este sector son las implicaciones políticas. Bajo el TLC entre EU y México, hay un acuerdo para permitir que los camiones de cada uno puedan llevar mercancías a través de la frontera para realizar entregas en cualquier lugar dentro de sus respectivos países. Sin embargo, tanto en los EU y México impusieron limitaciones que actúan como barreras no arancelarias. Después de varias negociaciones, el primer camión mexicano con autorización de operaciones de largo recorrido cruzó la frontera de Estados Unidos en octubre de 2011.

De esta manera, el uso de las metodologías de análisis insumo producto realizadas son una poderosa herramienta para formular y evaluar las políticas económicas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que junto con la estimación de los coeficientes y encadenamientos es necesario incorporar otro tipo de información más allá del entorno político, como la característica socioeconómica de cada sector, entre otros.

## 7. Conclusiones

En este trabajo se contribuye empíricamente, mediante la presentación de cuatro enfoques, un análisis profundo de la estructura de la producción, así como un reconocimiento de la evolución en el tiempo de las relaciones intersectoriales y su intensidad. Los resultados obtenidos en el presente estudio son importantes porque es posible detectar apropiadamente cambios en la estructura económica de México, que tuvo lugar entre 2000 y 2014.

El propósito del análisis de la estructura de la producción es la de servir como base para la estrategia de desarrollo económico. Por lo tanto, la estrategia óptima debe ser de incentivos a los sectores con mayores encadenamientos hacia atrás para maximizar la tasa de crecimiento de la economía. De acuerdo con los sectores mencionados, tanto clave como básicos deben ser estimulados desde las actividades clasificadas en estos grupos, pues así tendrían una mayor capacidad de inducir efectos multiplicadores a otros sectores de la economía dados los insumos requerimientos intermedios que tienen. Además, los sectores clave contribuyen con su producción para satisfacer la demanda intermedia, que es relevante, dado

el aumento en la disponibilidad de insumos intermedios y es la condición necesaria para el crecimiento de los sectores que los utilizan.

Mientras que los métodos utilizados nos permiten identificar los sectores clave, dado el alcance de los resultados, también vale la pena llevar a cabo un análisis de la estructura de producción fundamentado en el impacto del sector externo.

Se han elegido y aplicado estos métodos al caso de la economía mexicana por dos razones: en primer lugar, para examinar las características de la interdependencia sectorial de la estructura productiva y, en segundo lugar, para comparar las diferencias entre los métodos que utilizan los datos empíricos. Los resultados nos indican que la estructura productiva de México ha tenido un cambio profundo dada sustitución de productos nacionales por productos extranjeros y también por una especialización mayor para exportar, inducida por el impulso de la industria maquiladora.

Apéndice:

Tabla 1  
Encadenamientos específicos de la oferta y la demanda sin importaciones

Sector	Código	SSLij				SDLij			
		No nulos	>1/n	>.1	>.2	No nulos	>1/n	>.1	>.2
agricultura, ganadería y caza	r1	3	1	1	1	9	7	0	2
silvicultura	r2	6	4	1	1	14	13	0	1
pesca y acuicultura	r3	4	3	0	1	11	9	1	1
minas y extracción	r4	6	4	1	1	16	14	2	0
alimentos, bebidas y tabaco	r5	5	3	1	1	8	6	1	1
textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	8	6	1	1	11	10	0	1
madera y productos de madera	r7	12	11	0	1	9	8	0	1
papel y productos de papel	r8	12	11	0	1	9	8	0	1
impresión y reproducción de medios grabados	r9	13	11	1	1	10	8	1	1
coque y petróleo refinado	r10	10	8	0	2	2	0	0	2
químicos y productos químicos	r11	12	10	1	1	6	4	0	2
productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	6	3	0	3	9	6	3	0
caucho y plásticos	r13	13	12	0	1	8	7	0	1
metales básicos	r14	5	4	0	1	12	9	3	0
productos minerales no metálicos	r15	9	5	3	1	9	7	0	2
metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	11	8	2	1	9	7	1	1
equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	5	4	0	1	14	12	1	1
equipo eléctrico	r18	8	4	3	1	13	12	0	1
maquinaria y equipo	r19	11	10	1	0	11	10	0	1
equipo de transporte	r20	5	3	1	1	10	9	0	1
otro equipo de transporte	r21	6	5	0	1	9	8	0	1
mobiliario	r22	13	11	1	1	15	14	1	0
reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23	17	17	0	0	12	10	1	1
electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	20	20	0	0	8	6	0	2
recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	12	11	1	0	12	11	0	1
alcantarillado	r26	6	2	2	2	11	9	1	1
construcción	r27	4	3	0	1	16	14	2	0
venta y reparación de vehículos automotores	r28	16	14	2	0	11	10	0	1
comercio mayorista y comisionista	r29	16	14	2	0	11	10	0	1
comercio al por menor	r30	16	14	2	0	11	10	0	1
transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	16	15	1	0	9	8	0	1
transporte por agua	r32	13	11	2	0	10	8	1	1
transporte aéreo	r33	13	12	1	0	10	7	2	1
otros servicios auxiliares del transporte	r34	13	11	1	1	11	10	0	1
actividades postales y de mensajería	r35	9	6	2	1	11	9	1	1
actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	13	12	0	1	12	9	2	1
publicaciones	r37	14	12	2	0	13	12	0	1
producción de cine, video y televisión	r38	8	6	0	2	12	11	0	1
telecomunicaciones	r39	12	10	1	1	14	12	1	1
programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	13	12	1	0	11	8	2	1
servicios financieros	r41	12	10	2	0	15	13	1	1
seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42	15	15	0	0	7	4	2	1
otros auxiliares a servicios financieros	r43	6	5	0	1	9	7	1	1
actividades inmobiliarias	r44	0	0	0	0	0	0	0	0
actividades legales y contables	r45	19	18	1	0	8	6	0	2
actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	18	17	0	1	9	8	0	1
investigación y desarrollo científico	r47	15	14	1	0	17	16	0	1
publicidad y estudios de mercado	r48	0	0	0	0	0	0	0	0
otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	14	12	2	0	13	11	1	1
actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	16	15	1	0	12	11	0	1
admon. pública, defensa y seguridad social	r51	3	1	0	2	13	12	1	0
educación	r52	9	7	1	1	16	14	1	1
salud y trabajo social	r53	0	0	0	0	15	13	2	0
otras actividades de servicio	r54	15	12	3	0	13	12	0	1
hogares emplean personal doméstico	r55	0	0	0	0	0	0	0	0
actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56	0	0	0	0	14	12	2	0

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

Tabla 2  
Encadenamientos específicos de la oferta y la demanda con importaciones

Sector	r	SSLij			SDLij				
		No nulos	>1/n	>1	>2	No nulos	>1/n	>1	>2
agricultura, ganadería y caza	r1	3	1	1	1	9	6	1	2
silvicultura	r2	6	4	1	1	15	14	0	1
pesca y acuicultura	r3	4	3	0	1	12	10	0	2
minas y extracción	r4	6	4	1	1	16	14	2	0
alimentos, bebidas y tabaco	r5	5	3	1	1	9	7	1	1
textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	8	6	1	1	10	9	0	1
madera y productos de madera	r7	13	12	0	1	9	8	0	1
papel y productos de papel	r8	13	12	0	1	9	8	0	1
impresión y reproducción de medios grabados	r9	14	12	1	1	10	8	1	1
coque y petróleo refinado	r10	10	8	0	2	2	0	0	2
químicos y productos químicos	r11	13	11	1	1	7	5	0	2
productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	6	3	0	3	10	7	2	1
caucho y plásticos	r13	13	12	0	1	10	9	0	1
metales básicos	r14	5	4	0	1	11	9	2	0
productos minerales no metálicos	r15	9	5	3	1	10	8	0	2
metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	11	8	2	1	9	7	1	1
equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	5	4	0	1	11	10	0	1
equipo eléctrico	r18	7	3	3	1	12	9	3	0
maquinaria y equipo	r19	9	7	1	1	12	10	2	0
equipo de transporte	r20	5	3	1	1	13	12	0	1
otro equipo de transporte	r21	7	5	1	1	12	10	1	1
mobiliario	r22	13	11	1	1	12	12	0	0
reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23	17	17	0	0	15	13	1	1
electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	20	20	0	0	8	6	0	2
recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	12	11	1	0	10	9	0	1
alcantrillado	r26	6	2	2	2	11	10	0	1
construcción	r27	4	3	0	1	15	13	2	0
venta y reparación de vehículos automotores	r28	16	14	2	0	11	10	0	1
comercio mayorista y comisionista	r29	16	14	2	0	11	10	0	1
comercio al por menor	r30	16	14	2	0	11	10	0	1
transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	16	15	1	0	9	8	0	1
transporte por agua	r32	13	11	2	0	10	8	1	1
transporte aéreo	r33	13	12	1	0	11	8	2	1
otros servicios auxiliares del transporte	r34	13	11	1	1	13	12	0	1
actividades postales y de mensajería	r35	9	6	2	1	12	10	1	1
actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	13	12	0	1	13	10	2	1
publicaciones	r37	14	12	2	0	14	13	0	1
producción de cine, video y televisión	r38	8	6	0	2	12	11	0	1
telecomunicaciones	r39	12	10	1	1	15	12	3	0
programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	13	12	1	0	11	8	2	1
servicios financieros	r41	12	10	2	0	15	13	1	1
seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42	15	15	0	0	7	4	2	1
otros auxiliares a servicios financieros	r43	6	5	0	1	9	7	1	1
actividades inmobiliarias	r44	0	0	0	0	0	0	0	0
actividades legales y contables	r45	19	18	1	0	10	8	0	2
actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	18	17	0	1	11	10	0	1
investigación y desarrollo científico	r47	15	14	1	0	18	17	0	1
publicidad y estudios de mercado	r48	0	0	0	0	0	0	0	0
otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	14	12	2	0	13	11	1	1
actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	16	15	1	0	13	12	0	1
admon. Pública, defensa y seguridad social	r51	15	14	1	0	14	14	0	0
educación	r52	9	7	1	1	16	14	1	1
salud y trabajo social	r53	0	0	0	0	15	13	2	0
otras actividades de servicio	r54	15	12	3	0	12	11	0	1
hogares emplean personal doméstico	r55	0	0	0	0	0	0	0	0
actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56	0	0	0	0	15	14	1	0

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

Tablas 4  
Coeficientes simétricos con importaciones

Sector		No nulo	>ASSCi	SSCij > 0.1	Sectores con valores SSCij > 0.1
agricultura, ganadería y caza	r1	7	5	2	1, 5
silvicultura	r2	5	3	2	2, 7
pesca y acuicultura	r3	9	8	1	5
minas y extracción	r4	13	11	2	10, 11
alimentos, bebidas y tabaco	r5	9	6	3	1, 3, 5
textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	12	11	1	6
madera y productos de madera	r7	6	4	2	2, 7
papel y productos de papel	r8	12	11	1	8
impresión y reproducción de medios grabados	r9	14	13	1	50
coque y petróleo refinado	r10	7	4	3	4, 10, 31
químicos y productos químicos	r11	11	8	3	4, 11, 13
productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	11	10	1	12
caucho y plásticos	r13	18	17	1	11
metales básicos	r14	12	10	2	14, 27
productos minerales no metálicos	r15	13	11	2	15, 16
metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	12	10	2	15, 16
equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	12	11	1	17
equipo eléctrico	r18	15	15	0	
maquinaria y equipo	r19	15	15	0	
equipo de transporte	r20	15	14	1	20
otro equipo de transporte	r21	11	10	1	21
mobiliario	r22	15	13	2	17, 22
reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23	22	22	0	
electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	20	20	0	
recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	19	19	0	
alcantarillado	r26	14	13	1	26
construcción	r27	13	11	2	14, 27
venta y reparación de vehículos automotores	r28	13	12	1	50
comercio mayorista y comisionista	r29	21	19	2	50, 51
comercio al por menor	r30	19	18	1	50
transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	16	15	1	10
transporte por agua	r32	16	16	0	
transporte aéreo	r33	13	13	0	
otros servicios auxiliares del transporte	r34	13	13	0	
actividades postales y de mensajería	r35	14	14	0	
actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	17	17	0	
publicaciones	r37	15	14	1	50
producción de cine, video y televisión	r38	9	8	1	38
Telecomunicaciones	r39	16	14	2	39, 42
programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	12	11	1	50
servicios financieros	r41	16	15	1	41
seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42	11	9	2	39, 43
otros auxiliares a servicios financieros	r43	9	7	2	42, 50
actividades inmobiliarias	r44	0	0	0	
actividades legales y contables	r45	17	15	2	45, 50
actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	16	15	1	50
investigación y desarrollo científico	r47	18	17	1	50
publicidad y estudios de mercado	r48	0	0	0	
otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	17	17	0	
actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	22	21	1	50
admon. pública, defensa y seguridad social	r51	16	15	1	29
educación	r52	18	18	0	
salud y trabajo social	r53	19	19	0	
otras actividades de servicio	r54	17	17	0	
hogares emplean personal doméstico	r55	54	54	0	
Actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56	15	15	0	

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

Tabla 5  
Coeficientes simétricos sin importaciones

Sectores		No nulo	>ASSCi	SSCij > 0.1	Sectores con valores SSCij > 0.1
agricultura, ganadería y Caza	r1	7	5	2	1, 5
silvicultura	r2	7	5	2	2, 7
pesca y acuicultura	r3	9	8	1	5
minas y extracción	r4	12	10	2	10, 11
alimentos, bebidas y tabaco	r5	10	7	3	1, 3, 5
textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	12	11	1	6
madera y productos de madera	r7	6	4	2	2, 7
papel y productos de papel	r8	12	11	1	8
impresión y reproducción de medios grabados	r9	14	13	1	50
coque y petróleo refinado	r10	7	4	3	4, 10, 31
químicos y productos químicos	r11	11	8	3	4, 11, 13
productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	11	10	1	12
caucho y plásticos	r13	18	17	1	11
metales básicos	r14	11	9	2	14, 27
productos minerales no metálicos	r15	13	11	2	15, 16
metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	13	11	2	15, 16
equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	13	11	2	17, 18
equipo eléctrico	r18	13	11	2	17, 18
maquinaria y equipo	r19	16	15	1	19
equipo de transporte	r20	15	14	1	20
otro equipo de transporte	r21	12	11	1	21
mobiliario	r22	15	14	1	22
reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23	22	22	0	
electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	19	19	0	
recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	19	19	0	
alcantarillado	r26	13	12	1	26
construcción	r27	13	11	2	14, 27
venta y reparación de vehículos automotores	r28	11	11	0	
comercio mayorista y comisionista	r29	19	18	1	50
comercio al por menor	r30	18	17	1	50
transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	15	14	1	10
transporte por agua	r32	16	16	0	
transporte aéreo	r33	15	15	0	
otros servicios auxiliares del transporte	r34	15	15	0	
actividades postales y de mensajería	r35	14	14	0	
actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	17	17	0	
publicaciones	r37	16	15	1	50
producción de cine, video y televisión	r38	9	8	1	38
telecomunicaciones	r39	16	14	2	39, 42
programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	13	12	1	50
servicios financieros	r41	16	15	1	41
seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42	14	12	2	39, 43
otros auxiliares a servicios financieros	r43	9	7	2	42, 50
actividades inmobiliarias	r44	0	0	0	
actividades legales y contables	r45	18	16	2	45, 50
actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	16	15	1	50
investigación y desarrollo científico	r47	19	19	0	
publicidad y estudios de mercado	r48	0	0	0	
otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	17	17	0	
actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	23	22	1	50
admon. pública, defensa y seguridad social	r51	21	21	0	
educación	r52	19	19	0	
salud y trabajo social	r53	18	18	0	
otras actividades de servicio	r54	17	17	0	
hogares emplean personal doméstico	r55	15	15	0	
actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56	15	15	0	

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

Tabla 6  
Coeficientes de encadenamiento globales

Sectores		Sin ponderar		Ponderados	
		Con import. >ASGLC	Sin import. >ASGLC	Con import. >AWSGLC	Sin import. >AWSGLC
agricultura, ganadería y caza	r1	N	N	N	N
silvicultura	r2	N	N	N	N
pesca y acuicultura	r3	N	N	N	N
minas y extracción	r4	Y	Y	Y	Y
alimentos, bebidas y tabaco	r5	Y	Y	Y	Y
textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	UNS>00-09	UNS>00-03	UNS>00-09	UNS>00-03
madera y productos de madera	r7	N	N	N	N
papel y productos de papel	r8	Y	N	Y	N
impresión y reproducción de medios grabados	r9	N	N	N	N
coque y petróleo refinado	r10	Y	Y	Y	Y
químicos y productos químicos	r11	Y	Y	Y	Y
productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	N	N	N	N
caucho y plásticos	r13	N	N	N	N
metales básicos	r14	N	N	N	N
productos minerales no metálicos	r15	Y	Y	Y	Y
metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	N	N	N	N
equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	Y	Y	Y	Y
equipo eléctrico	r18	N	N	N	N
maquinaria y equipo	r19	N	N	N	N
equipo de transporte	r20	Y	Y	Y	Y
otro equipo de transporte	r21	N	N	N	N
mobiliario	r22	UNS>11-12	UNS>10-14	UNS>11-12	UNS>10-14
reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23	N	N	N	N
electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	Y	Y	Y	Y
recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	N	N	N	N
alcanzarillado	r26	N	N	N	N
construcción	r27	Y	Y	Y	Y
venta y reparación de vehículos automotores	r28	N	N	N	N
comercio mayorista y comisionista	r29	Y	Y	Y	Y
comercio al por menor	r30	Y	Y	Y	Y
transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	Y	Y	Y	Y
transporte por agua	r32	N	N	N	N
transporte aéreo	r33	N	N	N	N
otros servicios auxiliares del transporte	r34	N	N	N	N
actividades postales y de mensajería	r35	N	N	N	N
actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	UNS>00-02	UNS>00-03	UNS>00-02	UNS>00-03
publicaciones	r37	N	N	N	N
producción de cine, video y televisión	r38	N	N	N	N
Telecomunicaciones	r39	Y	Y	Y	Y
programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	N	N	N	N
servicios financieros	r41	Y	Y	Y	Y
seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42	UNS>03-04,09,13	N	UNS>03-04,09,13	N
otros auxiliares a servicios financieros	r43	N	N	N	N
actividades inmobiliarias	r44	N	N	N	N
actividades legales y contables	r45	Y	Y	Y	Y
actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	N	N	N	N
investigación y desarrollo científico	r47	N	N	N	N
publicidad y estudios de mercado	r48	N	N	N	N
otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	N	N	N	N
actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	Y	Y	Y	Y
admon. pública, defensa y seguridad social	r51	Y	Y	Y	Y
educación	r52	N	N	N	N
salud y trabajo social	r53	N	N	N	N
otras actividades de servicio	r54	N	N	N	N
hogares emplean personal doméstico	r55	N	N	N	N
Actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56	N	N	N	N

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

Tabla 7  
Encadenamientos del método de extracción hipotética no completa

Sector	Código	Encadenamiento hacia atrás		Encadenamiento hacia adelante	
		Promedio	Dev. Std.	Promedio	Dev. Std.
Agricultura, ganadería y Caza	r1	0.4111	0.0136	0.7463	0.0605
Silvicultura	r2	0.2059	0.0098	1.7010	0.1061
Pesca y acuicultura	r3	0.6361	0.0749	0.2187	0.0172
Minas y extracción	r4	0.1985	0.0244	0.9335	0.0569
Alimentos, Bebidas y Tabaco	r5	0.6736	0.0218	0.2186	0.0125
Textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	0.5233	0.0197	0.3069	0.0388
Madera y Productos de Madera	r7	0.6566	0.0106	1.0777	0.0240
Papel y productos de papel	r8	0.6467	0.0170	0.8801	0.0467
Impresión y reproducción de medios grabados	r9	0.6714	0.0248	0.8505	0.0719
Coque y petróleo refinado	r10	0.8934	0.0545	0.8597	0.0155
Químicos y Productos Químicos	r11	0.6474	0.0585	0.8479	0.0515
Productos farmacéuticos básicos y preparados	r12	0.4668	0.0194	0.2713	0.0609
Caucho y Plásticos	r13	0.7345	0.0580	0.7969	0.0410
Metales básicos	r14	0.5694	0.0170	0.7362	0.0166
Productos minerales no metálicos	r15	0.6536	0.0139	0.8072	0.1037
Metal fabricados, excepto maquinaria y equipo	r16	0.6602	0.0192	0.5747	0.0229
Equipos electrónicos, ópticos y de computo	r17	0.3234	0.0519	0.1012	0.0580
Equipo eléctrico	r18	0.5002	0.0187	0.0875	0.0926
Maquinaria y equipo	r19	0.4792	0.0143	0.1748	0.1904
Equipo de transporte	r20	0.5359	0.0250	0.1606	0.0329
Otro equipo de transporte	r21	0.4682	0.0187	0.0935	0.0326
Mobiliario	r22	0.6079	0.0118	0.3849	0.0184
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	r23	0.4404	0.0135	1.2602	0.0707
Electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	0.5307	0.0624	0.9542	0.0256
Recolección, tratamiento y suministro de agua	r25	0.3318	0.0229	1.1409	0.0254
Alcantarillado	r26	0.4405	0.0214	0.3373	0.0172
Construcción	r27	0.4934	0.0169	0.0751	0.0103
Venta y reparación de vehículos automotores	r28	0.3664	0.0099	0.4996	0.0206
Comercio mayorista y comisionista	r29	0.2610	0.0091	0.4943	0.0204
Comercio al por menor	r30	0.2436	0.0090	0.4941	0.0205
Transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	0.5109	0.0518	0.2338	0.0079
Transporte por agua	r32	0.5246	0.1305	0.3804	0.0125
Transporte aéreo	r33	1.0501	0.1196	0.1519	0.1106
Otros servicios auxiliares del transporte	r34	0.4011	0.0173	0.7244	0.0292
Actividades postales y de mensajería	r35	0.5045	0.0681	0.9144	0.0166
Actividades de alojamiento y servicio de comida	r36	0.4132	0.0080	0.2157	0.0119
Publicaciones	r37	0.4880	0.0154	0.9732	0.0237
Producción de cine, video y televisión	r38	0.6002	0.0514	0.1563	0.0136
Telecomunicaciones	r39	0.2938	0.0194	0.4482	0.0206
Programación, consultoría y actividades relacionadas	r40	0.3419	0.0127	0.7755	0.0318
Servicios financieros	r41	0.3048	0.0535	0.5066	0.0180
Seguros, reaseguros y fondos de pensiones	r42	0.8355	0.0940	0.2536	0.0929
Otros auxiliares a servicios financieros	r43	0.3309	0.0905	0.7361	0.0479
Actividades inmobiliarias	r44	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Actividades legales y contables	r45	0.2347	0.0101	0.9923	0.0188
Actividades arquitectónicas y de ingeniería	r46	0.3759	0.0200	1.2367	0.0362
Investigación y desarrollo científico	r47	0.3141	0.0096	1.2141	0.0895
Publicidad y estudios de mercado	r48	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	r49	0.2485	0.0139	1.2223	0.0600
Actividades administrativas y de servicios de apoyo	r50	0.1280	0.0035	0.5338	0.0123
Admon. Pública, Defensa y Seg. Social	r51	0.3731	0.0178	0.0006	0.0000
Educación	r52	0.1473	0.0050	0.0073	0.0011
Salud y Trabajo Social	r53	0.3766	0.0132	0.0000	0.0000
Otras actividades de servicio	r54	0.3185	0.0098	0.1125	0.0057
Hogares emplean personal doméstico	r55	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Actividades de organizaciones y cuerpos extraterritoriales	r56	1.0317	0.0682	0.0000	0.0001

Fuente: cálculos del autor con datos de la WIOD.

## Referencias

- Cella, G. (1984). The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages. Oxford Bulletin of *Economics and Statistics*, 46(1), 73-84. DOI: 10.1111/j.1468-0084.1986.mp48004006.x.Chenery, H. B. and T. Watanabe (1958), International Comparisons of the Structure of Production, *Econometrica*, 26 (4), 487-521. DOI: 10.2307/1907514.
- Dietzenbacher, E. and J. A. van der Linden (1997). Sectoral and Spatial Linkages in the EC Production Structure. *Journal of Regional Science*, 37(2), 235-257. DOI: 10.1111/0022-4146.00053.
- Ghosh, A. (1958). Input-Output Approach in an Allocation System, *Economica*, 25(94), 58-64. DOI:10.2307/2550694.
- Hirschman, A. O. (1958). *The Strategy of Economic Development*. Yale Univ. Press, New Haven.
- Jones, L. P. (1976). The Measurement of Hirschmanian Linkages. *Quarterly Journal of Economics*, 323-33. DOI:10.2307/1884656.
- Leontief, W. 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. DOI:10.2307 / 1927837.
- Leontief, W. (1937). Interrelation of prices, output, savings, and investment. *The Review of Economics and Statistics*, 19(3), 109-132. DOI:10.2307/1927343.
- Leontief, W. (1951). *The structure of American economy, 1919-1939; an empirical application of equilibrium analysis*. New York, Oxford University Press.
- Rasmussen, P. N. (1956). *Studies in Intersectorial Relations*. Amsterdam, North-Holland Publ. Co.
- Strassert, G. (1968). Zur Bestimmung strategischer Sektoren mit Hilfe von Input-Output-Modellen. *Jahrbucher fur nationalokonomie und Statistik*, 182, 211-215.
- Streit, M. E. (1969). Spatial Associations and Economic Linkages between industries. *Journal of Regional Science*, 9(2), 177-188. DOI: 10.1111/j.1467-9787.1969.tb01332.x
- Timmer, M. P.; E. Dietzenbacher; B. Los; R. Stehrer and G. J. de Vries (2015). "An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production", *Review of International Economics*, 23: 575-605. DOI: 10.1111/roie.12178.