

Metodología y resultados de la construcción de matrices estatales de insumo-producto de abajo hacia arriba mediante la elaboración de cuadros de oferta y utilización estatales

Methodology and Results of the Construction of State Input-Output Matrices from the Bottom-Up by Developing State Supply and Use Tables

Normand Eduardo Asuad Sanén*

En este artículo se presentan los antecedentes, enfoque, metodología y resultados del proyecto de investigación *Modelo UNAM para construir, con metodología de abajo hacia arriba, matrices de insumo-producto por entidad federativa para México 2008*, con número de solicitud 268424, la cual fue impulsada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología mediante *Convocatoria S0025-2015-01*.

Palabras clave: matrices de insumo-producto estatales; cuadros de oferta y utilización estatales; metodología de abajo hacia arriba.

This article presents the background, focus, methodology and results of the research project *UNAM Model to build, with bottom-up methodology, Input-output Matrices by federal entity for Mexico 2008*, with application number 268424. This Research was requested by the National Institute of Statistics and Geography and the National Council of Science and Technology, through *Call S0025-2015-01*.

Key words: state input-output matrices; state supply and use tables; bottom-up methodology.

Recibido: 1 de julio de 2019.
Aceptado: 26 de noviembre de 2019.

* Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cedrus@economia.unam.mx

Notas:

- Agradezco los comentarios y observaciones de los árbitros de la Revista para la publicación de este artículo, ya que permitieron mejorar su comprensión.
- La realización de la investigación fue posible gracias al apoyo del grupo de investigadores del Centro de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS), por lo que también agradezco a la maestra Esther Quiñones Luna por su ayuda en la elaboración de las bases de datos y sus propuestas metodológicas; al ingeniero y maestro Juan Manuel Valdés Casillas y a Caro Norma Silva por su invaluable auxilio en la programación y desarrollo de algoritmos y el continuo modelaje y contrastación con los resultados empíricos, dando lugar a una gran cantidad de corridas y ajustes; a Krista Zafra por su apoyo en la preparación del presente documento y en la aplicación de la metodología y clasificación de las regiones económicas funcionales; a la maestra Cristina Vázquez por la coordinación para la aplicación de la metodología de regiones económicas funcionales; y al licenciado Luis Alberto Flores por el amplio trabajo en la revisión de estadísticas y en la elaboración de bases de datos. Por último, quiero reconocer la labor profesional y de ayuda que brindaron a la investigación el maestro José Antonio Huitrón Mendoza, William Ismael Sugrua, Viridiana Fuentes Guevara, Paulina Mendoza Azanza, Héctor Mejía, Natalia Lorenzo, Xóchitl Luna, Lizeth Sánchez Álvarez, Adriana Ángeles Ramírez y Pedro Nochebuena.



Egyptian monthly accounts from the archive of a temple, similar to a modern spreadsheet in analysis/Print Collector/Getty image

I. Introducción

El artículo es el fruto del trabajo colectivo de dos años de profesores y alumnos del Centro de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS) de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Su objetivo es presentar la orientación, las características y los resultados logrados en la investigación¹ mostrándolos de manera sintética y agregada con el propósito de que se puedan comprender de manera integral, así como en cada una de sus partes.

La formalización de los modelos de programación y los procedimientos detallados de la meto-

dología, dada su amplitud y precisión, se pueden consultar en los documentos metodológicos utilizados, los cuales se ubican en los enlaces que aquí se muestran y que vinculan a esta con el repositorio de la hoja web del CEDRUS. Además, para ampliar los temas tratados, se puede consultar la publicación *Insumo-producto regional: teoría, metodología, técnicas y estudios de caso* (Asuad, 2019), resultado también de esta investigación.

Enseguida de la introducción, el artículo se divide en otras siete partes: la sección II, *Antecedentes*, presenta el enfoque tradicional y sus limitantes, así como los retos que implica la construcción de matrices de insumo-producto (MIP) con metodología de abajo hacia arriba y la orientación de nuestra propuesta; la III, *Concepción y enfoque para la construcción de la MIPR*, señala los marcos teórico y metodológico en que se sustenta el estudio; en la IV,

¹ La investigación se realizó para las entidades federativas del país, además de integrarlas como regiones económicas para la construcción de las matrices de insumo-producto.

Metodología de abajo hacia arriba, se precisa su concepción y el método RIISIO como el sistema de información indispensable para el desarrollo y aplicación de esta; la V, *Etapas de la metodología para el modelo regional de insumo-producto básico*, detalla las actividades que se realizaron para la construcción de este modelo; la VI, *Extensiones del modelo regional básico*, muestra las características y los enfoques del modelo de comercio y los flujos interregionales e interestatales en la región, así como los cuadros de oferta y utilización estatales (COUE) y regionales (COUR); en la VII, *Resultados obtenidos*, aparecen los cuadros de oferta y utilización y las matrices estatales y regionales estimadas; y, por último, la sección VIII, *Conclusiones del estudio*, destaca los elementos más significativos del enfoque y su importancia.

II. Antecedentes

La concepción tradicional en la literatura sobre la construcción de las matrices de insumo-producto regional (MIPR) es la del enfoque de arriba hacia abajo (EAA), es decir, a partir de datos nacionales complementados con indicadores regionales es como se obtienen las MIPR. A pesar de que se considera conveniente su estimación a través de métodos híbridos, que combinan la información regional con la nacional, en esta investigación partimos de un enfoque de abajo hacia arriba bajo una concepción regional y la utilización de estos para compilar los datos de los dos ámbitos.

El EAA asume que las interdependencias sectoriales y la estructura tecnológica de la región son idénticas a las del país en su conjunto, lo cual no permite captar la heterogeneidad económica regional.

En consecuencia, el procedimiento tradicional de arriba hacia abajo se concentra en el uso de la información disponible y en su procesamiento, que se caracteriza según West (1990) por las siguientes etapas:

1. Maximizar el uso de estadísticas publicadas.
2. Identificar las fuentes publicadas o no que permitan complementar la información,

como: los casos de encuestas a empresas, estudios, consultas a expertos, etcétera.

3. Formalizar el sistema para asegurar que estos datos puedan ser integrados a las tablas de insumo-producto.
4. Identificar celdas importantes en la tabla de insumo-producto con la finalidad de asegurar que estas sean parcialmente exactas.
5. Compilar la tabla de insumo-producto mediante una cuidadosa selección de los métodos indirectos.

En la literatura se reconoce expresamente este reto, por ejemplo, Miller y Blair (2009) argumentan que, en la práctica, uno de los desafíos más considerables en la modelación de insumo-producto corresponde a la recopilación de datos básicos detallados del área económica de interés, ya sean nacional, regional o multirregional. Sin restar importancia al reto, su orientación está sesgada a una concepción cuantitativista, ávida de los datos en sí.

El desafío en nuestro país, y a nivel internacional, para la construcción de las MIPR desde la perspectiva de abajo hacia arriba consiste en que la información disponible —desde abajo— es limitada, a la vez que se carece de lineamientos teóricos y técnicos particulares para su elaboración, lo que contrasta con la existencia de manuales y lineamientos específicos acordados internacionalmente para el desarrollo de matrices de insumo-producto a nivel nacional elaborados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (ver United Nations, 2019 y 1993).

El predominio de la orientación de arriba hacia abajo ha ocasionado que se dejen de lado aspectos esenciales sobre el conocimiento de la estructura económica de las regiones y su desempeño, así como de sus transacciones económicas de producción y consumo.

En consecuencia, dado el supuesto de la similitud de la matriz de insumo-producto nacional con la regional en el EAA para la construcción de la MIPR, no permite que se utilice como herramienta para la formulación de la política económica regional.

Un aspecto adicional que limita aún más su adecuada representación del desempeño de la economía regional de las matrices de insumo-producto construidas bajo el enfoque de arriba hacia abajo es que su desarrollo no se realiza a partir de la construcción de cuentas económicas, como se ha establecido y convenido internacionalmente para su elaboración a nivel nacional desde 1968 (United Nations, 1993).²

De ahí que se considere que el problema de la construcción de MIPR tradicionales sea el de incorporar el enfoque de *cuentas regionales* para la elaboración de los cuadros de oferta y utilización (COU), sustentados en captar la heterogeneidad económica de las regiones y, a partir de estos, construir las MIPR en condiciones de información limitada desde una metodología de abajo hacia arriba. Para ello, no solo se considera el origen de los datos que se utilizan y su uso como principio o base para elaborar los COUE y derivar las matrices de insumo-producto, también se identifican y definen unidades espaciales (UE) a partir de las cuales se realiza su construcción. En esta investigación se consideran como UE económicas a los estados, los cuales, a su vez, se integran a las regiones económico-funcionales en las que se clasifica el país.

Esto implica considerar al espacio económico como una dimensión económica fundamental para comprender la economía regional y para la elaboración de la MIPR. Asimismo, para hacerlo, se parte de la información estatal, la cual se explora de manera exhaustiva, desagregando los componentes de las variables clave que integran la construcción de las cuentas estatales, en este caso los componentes del valor agregado (VA) y de la demanda final (DF). Los datos nacionales de insumo-producto de los cuadros de oferta y utilización nacionales (COUN) se utilizan como complementarios y para expresar los estatales a nivel país con el fin de darles consistencia estadística. Para ello, se realiza una regionalización indirecta de la infor-

mación nacional que, en esencia, consiste en expresar las variables estatales de acuerdo con los valores nacionales; dicha reexpresión se hace a partir de tomar estas como participaciones del total nacional.

Otra diferencia fundamental con la metodología tradicional es que se considera que se debe dar mayor peso a la construcción de las tablas básicas de insumo-producto a partir del modelo de región única mediante la construcción de cuentas regionales de producción y consumo, considerando inicialmente solo el comercio con el resto del mundo. En contraste, en la literatura tradicional, gran parte de los modelos regionales de insumo-producto construidos corresponden a estimaciones de matrices de comercio interregional, sin conocer las transacciones económicas de producción y consumo de las regiones y sus saldos, lo cual ocasiona que el comercio se considere a partir de los datos agregados, lo que propicia errores significativos, respectivamente para su estimación y para las transacciones de producción y consumo de las entidades federativas.

En la metodología que se propone, el modelo básico permite construir el de comercio como una extensión a partir de los saldos que se identifican una vez que las transacciones de producción y consumo en el modelo básico han sido identificadas y caracterizadas.

III. Concepción y enfoque para la construcción de la MIPR

La orientación analítica de la elaboración de la matriz de insumo-producto estatal (MIPE) aquí propuesta se basa en el enfoque teórico y metodológico de la concentración económica espacial y su *espacialización*, que es parte de una perspectiva amplia de un enfoque de la dimensión espacial de la economía; el planteamiento desarrollado puede verse en Asuad (2014, pp. 312-319; y 2001, pp.137-158).

De acuerdo con esta concepción teórica, la construcción de las MIPE se lleva a cabo mediante una metodología de abajo hacia arriba o *espacializada* a partir de incorporar el espacio económico y su

² Desde ese año, la ONU, en la publicación del *Manual del Sistema Cuentas Nacionales (SGN)*, señala que el sustento del enfoque de insumo-producto radica en los cuadros de oferta y utilización, cuya base corresponde a las cuentas nacionales de producción y consumo.

tendencia a la concentración económica espacial debido a que se asume que el desarrollo económico y el crecimiento en el espacio tienden a ser desequilibrados como resultado de la heterogeneidad del espacio natural y del económico.

La concentración económica en un sitio propicia la formación de unidades espaciales económico-funcionales (UEEF) que determinan la estructura espacial de la economía, así como su comportamiento en el lugar geográfico. De manera genérica, las UEEF se caracterizan por la funcionalidad económica y espacial de un modelo de distribución de las actividades económicas de centro-periferia como resultado del crecimiento y desarrollo económico en el tiempo y en el espacio (Asuad, 2001, 2007 y 2014).

IV. Metodología de abajo hacia arriba

La espacialización de las MIPR aquí desarrollada implica un EAA con información limitada e híbrida, lo cual requiere, inicialmente, de la identificación y delimitación de UEEF que contengan las interacciones económicas espaciales de producción y consumo y que, de acuerdo con su tamaño y funcionalidad, permitan caracterizarlas como macro, meso o microrregiones. Después, se necesita de la identificación y caracterización de las transacciones económicas estatales de producción y consumo a niveles intraestatal e interestatal, que se identifican y cuantifican a través de las cuentas económicas y de la elaboración de los cuadros de oferta y utilización. Su estimación se realiza mediante el modelo básico unirregional de insumo-producto, con el análisis de las interdependencias intraestatales y con el resto del mundo y las extensiones de este modelo, iniciando con el de comercio interestatal, que identifica las relaciones de comercio entre estados.

Método RIISIO

El método que se propone bajo un enfoque económico espacial o de abajo hacia arriba para la ela-

boración de las MIPR a través de métodos híbridos con información limitada consiste, en esencia, en la construcción de un sistema de información integral regional de insumo-producto que, por sus siglas en inglés, denominamos RIISIO (*Regional Integral Information System of Input-Output*). Este tiene su origen a partir de la identificación y selección de las UE de análisis de insumo-producto y de la generación de información acorde con los requerimientos de las identidades contables (IC) regionales para el desarrollo de los COUE, así como para la construcción de matrices base de insumo producto estatales a través de los modelos de transformación que propone la metodología internacional de EUROSTAT (2008, cap. 11).

Supuestos de la metodología

En los que se basa este método para la investigación son los siguientes:

- Las UE funcionales corresponden a las entidades federativas a partir de las cuales se construyen los COU de los que se derivan las tablas de insumo-producto. Regionalmente, se insertan de acuerdo con su localización y distancia para el análisis del modelo de comercio entre estados, el cual se caracteriza a partir de los saldos estatales y su especialización como exportador e importador en la región a la que pertenece cada estado y con respecto al resto de regiones que se agrupan como el resto del país para cada región. Los supuestos de interacción se basan en la proximidad espacial y en la complementariedad, considerando para ello el saldo de los montos comercializados y su integración regional.
- La construcción de un sistema de información integral permite la identificación y delimitación de las regiones económicas funcionales y la inserción de las economías estatales como parte integrante de estas, así como generar las cuentas económicas estatales y crear los COUE y las MIPE consistentes con la información agregada a nivel nacional.

- El procedimiento de calibración de las cuentas económicas estatales y de los COUE es indispensable debido a la inconsistencia que presenta la información desde su inicio hasta su integración en la construcción de la base de datos y de los COUE, dada la heterogeneidad de las fuentes de información y de los procedimientos de compilación.
- Las cuentas estatales y regionales captan las heterogeneidades económicas para construir los COUE al estimar variables clave estatales que, por estar presentes en la integración de todas las IC, permiten que la construcción de las cuentas económicas de producción y consumo recojan la información estatal. El valor agregado y la demanda final desempeñan dicha función debido a que ambas variables son esenciales en la elaboración de las cuentas regionales: el VA en la producción y la DF en la utilización.
- La regionalización indirecta de los datos estatales a partir de los nacionales no modifica las particularidades de estas pues, al realizarse a partir de dichos datos y tomar

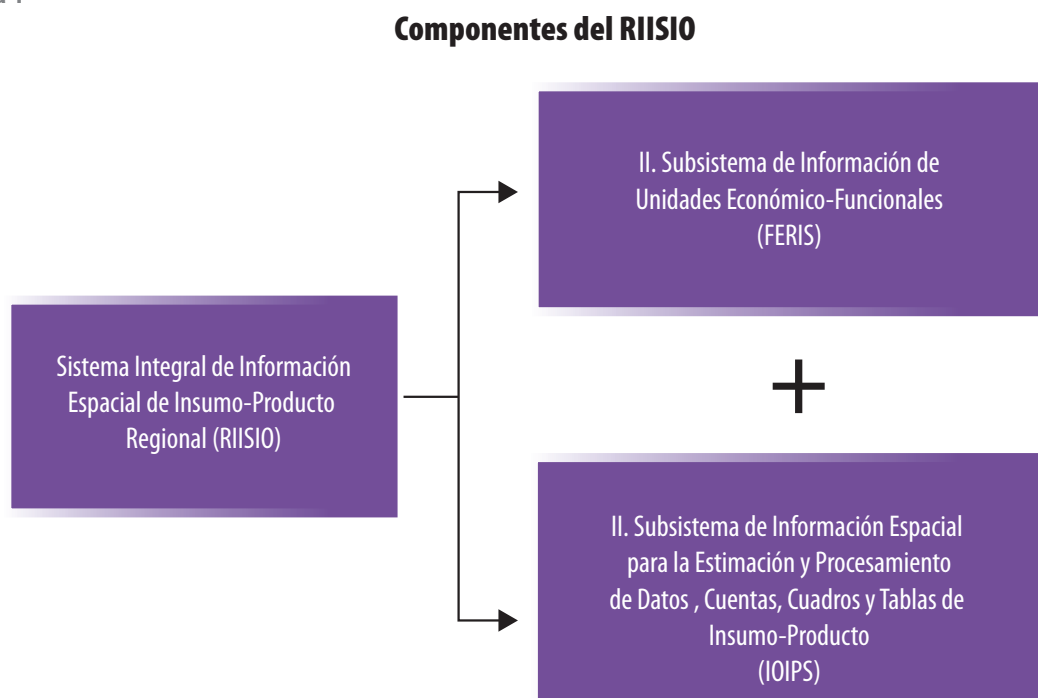
a los nacionales como totales, dan como resultado la reexpresión de los estatales en términos nacionales, lo que permite la consistencia estadística de la información estatal con la nacional.

- Los supuestos anteriores, además, deben cumplir con las siguientes restricciones: 1) estimar las cuentas económicas como resultado de aproximar las transacciones estatales, siguiendo los lineamientos para la construcción de las IC y de las cuentas de producción y consumo, 2) la estimación de las tablas de oferta y utilización por estado debe estar en equilibrio y 3) la suma de las variables de las identidades contables que forman los COUE debe igualar los valores nacionales.

Subsistemas de información del método RIISIO

Este se integra por dos subsistemas interrelacionados (ver esquema 1): 1) Subsistema de Información de Unidades Económico-Funcionales (FERIS, por

Esquema 1



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIISIO.

sus siglas en inglés),³ cuyo objetivo es identificar y delimitar las UEEF; y 2) Subsistema de Información Espacial para la Estimación y Procesamiento de Datos, Cuentas, Cuadros y Tablas de Insumo-Producto (IOIPS, por sus siglas en inglés).⁴

Estos dos componentes integran el EAA: por un lado, el análisis espacial, que incluye la selección y análisis del área de estudio, actividades que se realizan a través del FERIS; y, por el otro, la construcción tanto de la base de datos que llevan a la elaboración de cuentas económicas como de los COUE y las MIPE mediante el IOIPS. Las estimaciones se realizan con métodos híbridos e información tomada desde los estados y complementada a nivel nacional.

La integralidad del sistema de información se orienta a identificar y establecer las transacciones directas y saldos al construir el modelo unirregional o básico de insumo-producto, lo cual, a su vez, permite estimar el de comercio interestatal. El procedimiento descrito aquí es distinto a los métodos tradicionales tanto para la estimación de la matriz regional como la que corresponde al comercio regional.

El carácter integral y gradual de la metodología se lleva a cabo mediante la creación del sistema de información, lo que permite generar el modelo básico a partir del cual se pueden crear diversas extensiones regionales. Este corresponde al modelo unirregional de insumo-producto que, por sus características, puede ser utilizado como matriz base para alimentar la construcción de las extensiones del modelo, como: los de comercio interestatal, de insumo-producto local y el multirregional de insumo-producto.

La propuesta de la creación del sistema de información, a pesar de que no hay precedente en la literatura regional, fue sugerida por la ONU (1999) para la compilación estadística de la información empleada para la estimación de cuentas nacionales de acuerdo con las experiencias internacionales, la

cual adoptamos debido a las restricciones de información, de acuerdo con los requerimientos de las IC estatales, aplicando los lineamientos metodológicos tradicionales que recomienda la literatura para su construcción y la información disponible a niveles estatal y nacional.

Se asume que el RIISIO recoge la heterogeneidad regional de la producción y consumo al utilizar como base para la construcción de las matrices de insumo-producto a las entidades federativas insertas en las regiones económicas que pertenecen, así como por emplear de inicio datos claves de los estados, complementados con información nacional.

FERIS y sus etapas⁵

Este subsistema se integra por cuatro, divididas en nueve fases (ver esquema 2).

- 1) Identificación y delimitación de regiones económico-funcionales (corresponden a la 1, 2, 3, 4, 5 y 6).
- 2) Desagregación productiva e identificación de posibles cadenas productivas (a la 7).
- 3) Análisis del tamaño y de la red de interacciones para clasificar los subsistemas económico-espaciales (a la 8).
- 4) Agrupación de macrorregiones económico-funcionales en regiones económico-funcionales (a la 9).

IOIPS y sus etapas⁶

Este permite el almacenamiento, la recuperación y el procesamiento de datos en un entorno segu-

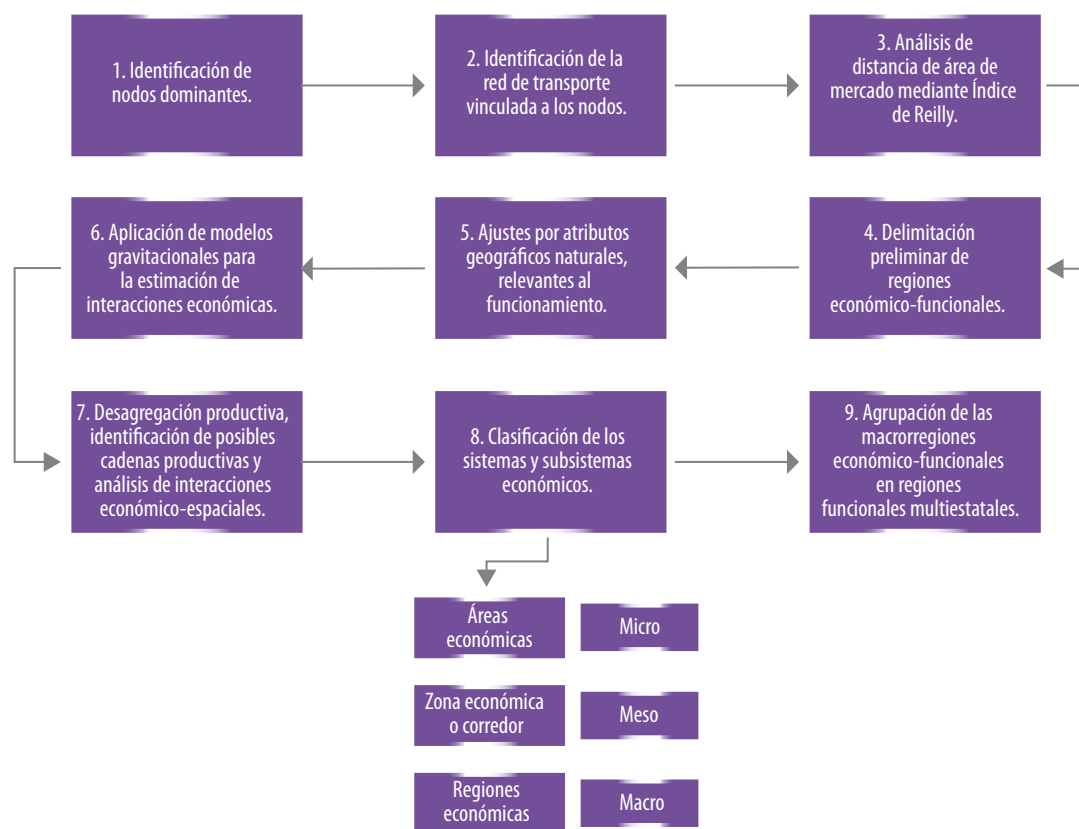
⁵ Los procedimientos de estimación detallados de cada una de estas etapas se presentan en el sitio web del CEDRUS, repositorio *Proyecto de investigación: modelo UNAM para construir, con metodología de abajo hacia arriba, matrices de insumo-producto por entidad federativa para México 2008*, en el documento. *Anexo I. Metodología general de la regionalización económica funcional* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

⁶ Ver el *Anexo II. Procedimientos por etapas del Subsistema de Información Espacial para la Estimación y Procesamiento de Datos, Cuentas, Cuadros y Tablas de Insumo-Producto (IOIPS)* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

³ *Functional Economic Regional Information Subsystem.*

⁴ *Input-Output Information Processing Subsystem.*

Fases de la metodología general de regionalización económico-funcional



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIISIO.

ro. Las principales etapas son: 1) repositorio de datos, 2) interface de usuario, 3) red y 4) control. La primera es el núcleo del sistema de información, ya que es un subsistema de administración de bases de datos relacionados que contiene tablas preformateadas y estructuradas para el almacenamiento y alimentación de los datos al sistema (ver esquema 3).

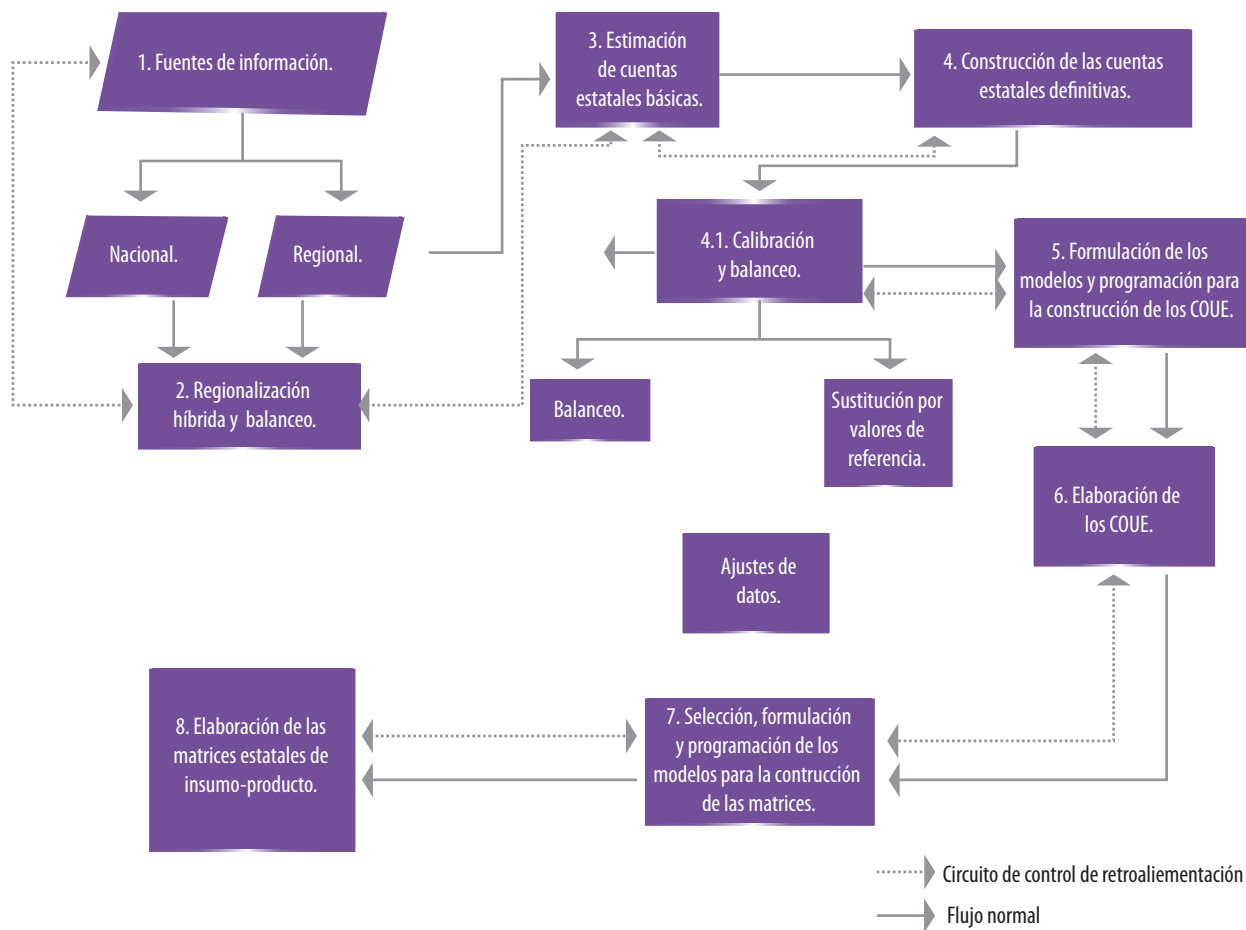
V. Etapas de la metodología para el modelo regional de insumo-producto básico

La metodología que se presenta en esta investigación se basa en el modelo de región única, similar

al nacional, con los siguientes objetivos: 1) utilizar los lineamientos internacionales y el mismo marco de contabilidad del país para la construcción de los cuadros de oferta y utilización estatales y para las MIP derivadas para cada uno de los estados de México y 2) analizar la precisión y consistencia estadística de las estimaciones estatales considerando las restricciones contables de las identidades y sus equilibrios, así como las estimaciones estatales de los COUE y las MIPE mediante la comparación con las nacionales a través del resultado de la suma de cada uno de los cuadros y matrices de los estados con los totales a nivel país.

El esquema 4 consigna las fases del método que se mencionan brevemente enseguida.

Subsistema de Información Espacial para la Estimación y Procesamiento de Datos, Cuentas, Cuadros y Tablas de Insumo-Producto (IOIPS)



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIISIO.

Identificación de regiones económico-funcionales⁷

El sistema de información estadística requirió de la selección previa de la desagregación espacial y sectorial para la regionalización hecha a partir de los cuadros de oferta y utilización nacionales. Se eligieron 19 sectores de actividad económica de acuerdo con la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) para las 32 entidades federativas de México con datos para

el 2008 a precios corrientes. En este caso, se consideran como regiones político-administrativas a los estados, que forman, a su vez, 11 regiones económico-funcionales del país.

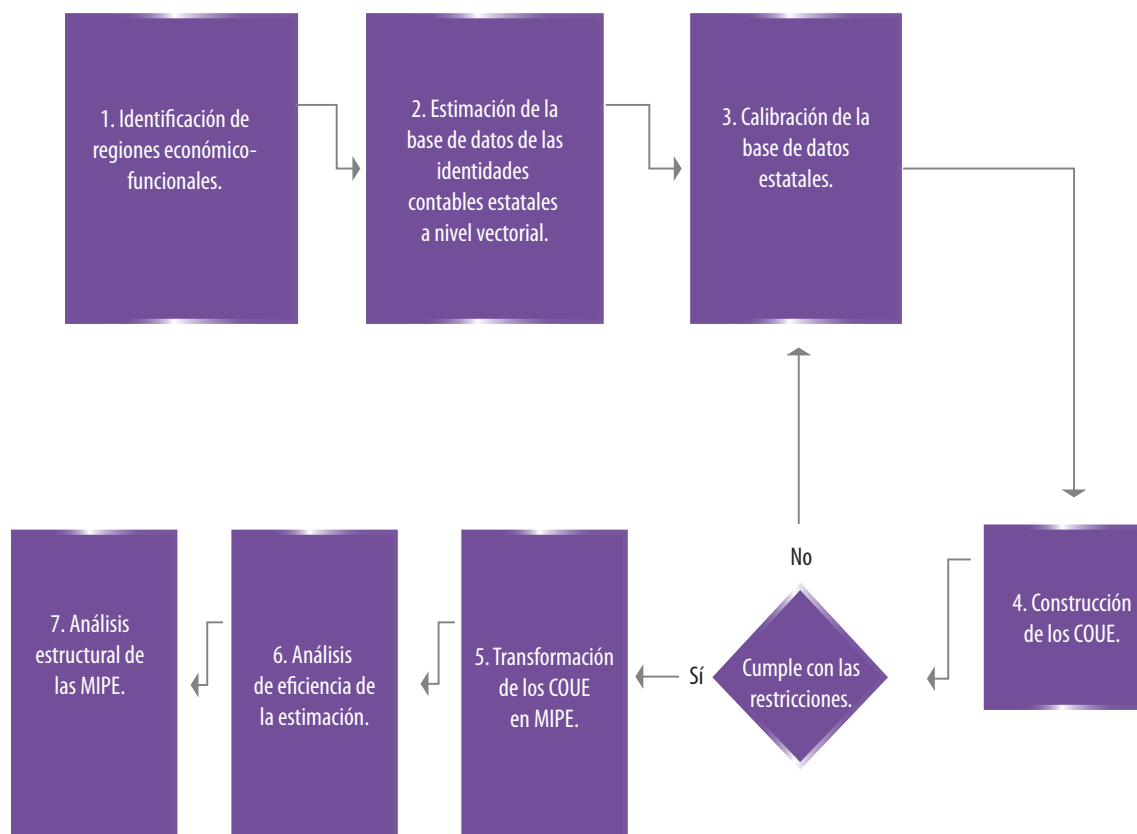
Estimación de la base de datos de las IC estatales a nivel vectorial⁸

A partir de los sectores de actividad económica estatales se estiman las variables clave a nivel vec-

⁷ Ver el Anexo I. Regionalización económico-funcional de México (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

⁸ Ver el Anexo III. Metodología, estimación de la base de datos de las identidades contables estatales a nivel vectorial (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

Etapas de la metodología para la construcción tanto de los COUE como las MIPE y el análisis estructural



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIISIO.

torial (el valor agregado y la demanda final), para lo cual se calculan cada uno de los componentes; posteriormente, se totalizan para obtener su valor y se regionalizan de manera indirecta, es decir, desde los valores nacionales. En su selección se asume que estas tienen la propiedad de anclar o fijar la heterogeneidad regional al resto de las variables, ya que entran directa e indirectamente al formularse las restantes identidades contables y en su equilibrio por estado.

Después, dado que la demanda total (DT) se valora a precios de comprador y la oferta, a básicos, se reestiman las demandas final e intermedia (DI) expresándolas a precios básicos. Para ello, se com-

putan los márgenes de comercialización, transporte, impuestos y subsidios, y se restan de los componentes de la DF y DI con el fin de obtener la total a precios básicos y poder compararlas con la oferta a precios básicos. A continuación, se procede a la construcción de las IC y de los COUE por entidad federativa y sector a nivel vectorial, integrando la oferta total mediante la doméstica y las importaciones por estado y sector. En el caso de la DT se estima por estado y sector, integrada por la DI y DF. Posteriormente, se procede al análisis del equilibrio de la oferta y utilización sectorial en cada una de las entidades del país, por lo que, de no darse el equilibrio estatal, se procede a su balanceo mediante el procedimiento de calibración.

Calibración de la base de datos estatales

Esta etapa se caracteriza por ajustar la estimación de las IC en los COUE a nivel vectorial, considerando las restricciones de las IC de equilibrio a las que están sujetas según la disponibilidad de información estatal. El ajuste se realiza mediante el proceso de calibración, el cual se basa en los principios de las identidades contables y ajustando hacia el equilibrio por medio de un proceso denominado *Benchmarking*⁹ o de referencia, es decir, el que se logra mediante el ajuste correspondiente de los datos según la variable clave que se usa para calibrarlos con el fin de que el equilibrio se cumpla de acuerdo con la identidad teórica establecida, en este caso, el equilibrio entre los cuadros de oferta y utilización a nivel vectorial.

Cualquier desviación de este equilibrio implica una reestimación de las cuentas cuyos resultados muestren el equilibrio alcanzado.¹⁰ Cabe advertir que, para ello, se consideran como variables fijas el VA y la DF, por lo que el ajuste se da en la demanda intermedia, y de requerirse otro ajuste en la demanda final, este se hace en el componente del consumo privado, procedimiento que es usual en la literatura.

Construcción de los COUE¹¹

El objetivo de esta etapa es estimar las IC a nivel matricial y construir los COUE y COUR. Estos cálculos se realizan al obtener las matrices estatales

a partir de los COUE utilizando los coeficientes de mercado domésticos e importados por sector del COU nacional del 2008; el objetivo es obtener las matrices doméstica e importada; posteriormente, se emplea el procedimiento de análisis biproporcional (RAS) para su equilibrio de acuerdo con las restricciones del modelo unirregional abierto al resto del mundo y cerrado al del país.

Transformación de los COUE en MIPE

En esta etapa, a partir de los modelos de transformación de EUROSTAT (2008, cap. 11), se construyen las MIP estatal y regional de acuerdo con el modelo utilizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a nivel país, que corresponden a los modelos B y D, respectivamente producto por producto e industria por industria, además de estimar las matrices de coeficientes directos e indirectos.

Es importante recordar que el modelo industria por industria supone ventas fijas de productos en los que cada uno tiene su propia estructura de ventas específica, independiente de la producción de la industria. Por otra parte, el de producto por producto asume que cada industria tiene su propia forma de producción específica, independiente de su combinación de productos.

Los modelos de transformación requeridos permiten estimar la demanda intermedia, el valor agregado, la demanda final y la producción en formatos de producto por producto e industria por industria tanto en la economía total como en la doméstica o intraestatal y en la importada.

Análisis de eficiencia de la estimación¹²

Para verificar su consistencia estadística con respecto a las matrices nacionales, se mide el error de estimación utilizando los índices tradicionalmente

9 Según Shoven y Whaley (1984, p. 1018), una característica adicional importante de este procedimiento es que, una vez que se completa la calibración, debería ser posible reproducir el conjunto de datos de equilibrio de referencia como una solución de equilibrio del modelo. Esta es la verificación de replicación, que sirve como una prueba de precisión importante de un código de computadora; si esta falla, lo más probable es que se deba a un error de programación y se tenga que mejorar la codificación.

10 El método de calibración, en contraste con los métodos estadísticos, se utiliza para determinar los parámetros de un modelo económico de tal manera que estos, al utilizarse en los modelos, permiten una solución de equilibrio cuantitativo. En concordancia, las identidades contables se ajustan de acuerdo con el equilibrio teórico que debe presentar la secuencia e integración de las identidades en su conjunto, es decir, entre la oferta y la utilización, ver Cardenete *et al.* (2017) y Cardenete (1998).

11 Ver el Anexo IV. Metodología, estimación y resultados de las MIPE (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

12 Ver el Anexo V. Análisis de eficiencia de la estimación (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

empleados en la literatura: 1) MAPE, Índice de Desviación Media y 2) los índices de similitud de Isard-Romanof y de Leontief Modificado.

Análisis estructural de las MIPE¹³

A partir de las MIPE estimadas se realiza un análisis básico de la estructura productiva desde el lado de la demanda a partir de la matriz inversa de Leontief, indicando los requerimientos directos e indirectos por unidad de producción. Este análisis se complementa con el de la Inversa de Ghosh, que se hace desde la perspectiva de la oferta al analizar las actividades desde su aportación a la producción. Por último, se lleva a cabo el análisis de encadenamientos usando los enfoques de Rasmussen (1963) y de Chenery y Watanabe (1958).

VI. Extensiones del modelo regional básico

Modelo de comercio y flujos intrarregionales e interregionales del país¹⁴

A partir del modelo regional básico de insumo-producto, que se utilizó como matriz base, se estimó el de comercio y flujo interestatal por región económica y con el resto del país; para ello, las entidades se insertaron en las regiones económicas que les correspondía por su situación geográfica y proximidad, procediendo a estimar las importaciones y exportaciones estatales intrarregionales de cada estado, así como con el resto del país, para lo cual se estimaron los coeficientes de especialización regional por entidad a nivel intrarregional y los correspondientes a la especialización estatal a nivel nacional, es decir, al interregional.

Esto requirió, primero, calcular los saldos de las transacciones de la producción y consumo

¹³ Ver el Anexo VI. *Análisis estructural* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

¹⁴ Ver el Anexo VII. *Modelo de comercio* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

estatales, que se reflejan en el saldo del comercio una vez descontado el consumo local de insumos intermedios para la producción y los bienes finales para su consumo a partir de la estimación del producto bruto doméstico. En consecuencia, su valoración se realizó en tres etapas, dedicadas las dos primeras a la obtención de los saldos de la balanza de comercio estatal identificando, primero, el saldo neto —es decir, lo que resulta de obtener la diferencia de exportaciones e importaciones— y, posteriormente, el bruto, que permite tasar el comercio cruzado o simultáneo de exportaciones e importaciones. Para ello, primero se calcularon de manera preliminar las exportaciones e importaciones estatales de cada región para obtener los totales regionales y, posteriormente, a partir de dichos totales, se estimó el comercio cruzado, aplicando la propuesta del método de regionalización ajustado de transporte cruzado (CHARM, por sus siglas en inglés), pero *espacializándolo*. Por último, ambas estimaciones se calibraron con el fin de que nacionalmente las exportaciones totales fueran iguales a las importaciones.

En la última etapa se establece el flujo de comercio intrarregional considerando los estados que forman las regiones. Para ello, se tomaron en cuenta como criterios las interdependencias entre los nodos estatales a partir de las actividades económicas existentes y su especialización estatal a nivel regional, así como su complementariedad incluyendo los saldos cruzados de importación y exportación a nivel nacional, asumiendo que el equilibrio de estos corresponde al comercio entre los estados a nivel regional y las cantidades excedentes reflejan el comercio con el resto del país, lo que dio lugar a la elaboración de la matriz del flujo de comercio interestatal regional e interregional.

Modelo unirregional abierto al resto del mundo y el país

La construcción del modelo de comercio permitió incorporar a los cuadros de oferta y utilización los

vectores de compras y ventas de las entidades al interior de sus regiones, lo que posibilitó la construcción de los COUE y las MIP a nivel local.

VII. Resultados obtenidos¹⁵

En esta sección se enlistan estos a partir de la aplicación de la metodología propuesta; los cuadros descritos se pueden consultar en el portal de internet del CEDRUS de acuerdo con los enlaces referidos enseguida.

Modelo unirregional básico o matrices base

Para cada estado, se crearon una tabla de oferta para la economía total y tres de uso (total, doméstico e importado). Los resultados obtenidos se describen a continuación:

- 128 tablas de oferta y utilización estatales.
- 44 tablas de oferta y utilización regionales.
- 192 matrices de insumo-producto estatales total, doméstica e importada.
- 66 matrices de insumo-producto regionales total, doméstica e importada.
- 128 matrices estatales de coeficientes directos e indirectos.
- 44 matrices regionales de coeficientes técnicos y directos.
- Análisis estructural.

Modelo unirregional abierto al resto del país

- 128 tablas de oferta y utilización locales estatales.
- 44 tablas de oferta y utilización locales regionales.

¹⁵ Los resultados referidos en esta sección se pueden consultar en el Sistema de Consulta de Matrices de Insumo-Producto Estatales y Regionales, alojado en el sitio web del CEDRUS-UNAM, en el enlace <https://cedrus-unam.blogspot.com/p/sistema-de-consulta-de-matrices.html>. Cualquier aclaración, duda o retroalimentación puede remitirla al correo institucional del CEDRUS (cedrus@economia.unam.mx) con el maestro José Antonio Huitrón Mendoza, coordinador de investigación.

- 64 matrices de insumo-producto simétricas totales (industria por industria y producto por producto).
- 64 matrices de insumo-producto simétricas domésticas (industria por industria y producto por producto).
- 64 matrices estatales de coeficientes técnicos (industria por industria y producto por producto).
- 64 matrices estatales de coeficientes técnicos directos e indirectos (industria por industria y producto por producto).

Modelo de comercio

- 11 tablas de la estructura del comercio interestatal por región.
- 11 tablas de la estructura de comercio regional y con el resto del país.
- 32 tablas de comercio interestatal interregional.
- 11 matrices de flujos de comercio por región y con el resto del país.

VIII. Conclusiones del estudio

1. Los resultados de la investigación muestran que la construcción de la base de datos y la aplicación de modelos para la creación de los COUE y las MIPE requieren de la creación de un sistema de información estatal y regional.
2. Las identidades contables deben ajustarse a través de procedimientos de balanceo y calibración para poder lograr el equilibrio del sistema de cuentas estatales en su conjunto para la elaboración de los COUE. Su ajuste aislado mediante el análisis biproporcional RAS es insuficiente debido a que la diversidad de fuentes de datos e información limitada no permiten la construcción adecuada de las IC considerando las restricciones relativas a su equilibrio con otras variables a las que están sujetas de acuerdo con las recomendaciones de la literatura.

3. En consecuencia, la creación de la base de datos, la regionalización indirecta y los procedimientos de equilibrio y calibración son fundamentales para la construcción de tanto de las IC como de los COUE y las MIPE.
4. La metodología empleada permite la elaboración de los COUE y las MIPE de forma similar a las nacionales. Es por eso que consideramos a los COU como un prototipo estatal basado en una economía cerrada respecto a las relaciones comerciales entre estados del país, pero abierta al resto del mundo.
5. Este modelo es apropiado no solo porque permite analizar la economía de regiones de manera semejante a la del país; además, da la posibilidad de validar la congruencia estadística entre las tablas estatales y nacionales; asimismo, es esencial para elaborar los modelos interregionales y multirregionales, ya que se puede utilizar como matriz base regional para dichas estimaciones. Este enfoque difiere sustancialmente del propuesto por la literatura, que minimiza la importancia de la construcción de los COUE y las MIPE en el modelo unirregional cerrado, además de privilegiar la construcción del interregional a través de métodos indirectos, que implican estimar matrices regionales de arriba hacia abajo, con muy dudosos resultados por sus estimaciones indirectas sin considerar las transacciones económicas de las regiones. Desde nuestra perspectiva, el modelo regional propuesto como básico es fundamental e indispensable para estimar los modelos de comercio, interregional y multirregional.
6. Esta información, asimismo, posibilita el análisis de su estructura económica a partir del comportamiento de la demanda estatal y sus efectos en la producción directa e indirecta, así como en el destino, consumo de los bienes y servicios, así como su relación con las exportaciones e importaciones de la economía estatal.
7. Mediante la estimación de las matrices base en el modelo regional básico es posible hacer extensiones regionales y desarrollar otros modelos regionales: unirregional abierto, interregional de comercio con el resto del país y multiestatal.
8. La necesidad de la construcción de los COUR y las MIPR es inminente para la comprensión del desempeño de las economías regionales y urbanas, así como para la política económica y las estrategias de planeación del desarrollo regional y urbano; el primer paso es crear los sistemas estadísticos regionales y estatales que permitan construir y validar en gabinete y campo las cuentas regionales integrales, teniendo como centro los COUE y las MIPE; después, se requiere desarrollar el sistema de cuentas estatales y regionales con los sectores institucionales y las cuentas de capital, integradas y satélite, además de posibilitar la construcción de matrices de contabilidad social y modelos de equilibrio general estatal y regional.
9. La construcción de estas tablas es indispensable para el análisis de su estructura económica a partir del comportamiento de la demanda estatal y sus efectos en la producción directa e indirecta, así como en el destino y consumo de los bienes y servicios, y su relación con las importaciones y exportaciones de la economía estatal y regional.
10. Cabe señalar que los resultados en su conjunto son satisfactorios, sin embargo, se requiere validarlos, sobre todo en los sectores más importantes. Su calibración y ajuste posterior requerirá de una etapa posterior de validación empírica estatal-regional a nivel sectorial mediante información superior derivada de la consulta de estudios, opinión de expertos sectoriales, estatales y regionales, así como con sondeos y método Delphi que, por el tiempo y recursos requeridos, no fue posible llevarlos a cabo; asimismo, es necesario desagregar sectorialmente las

actividades económicas a subsector y rama económica para los estados y regiones del país para los años 2008 y 2013.

11. A pesar de las limitaciones en cuanto a los supuestos del modelo de insumo-producto (como funciones de producción generalizadas, tecnología constante sin cambio y no considerar rendimientos crecientes a escala), se considera que a partir de los resultados se cuenta con una base y es posible trazar una ruta metodológica de perfeccionamiento de las estimaciones, considerando elementos como la realidad económica estatal y regional, incluyendo su carácter dinámico y desigual.
12. Cabe destacar que se carece de recursos humanos a niveles nacional e internacional formados para la construcción de los COU y las MIP estatales y regionales de acuerdo con las necesidades existentes; más aún, a los investigadores solo les interesa ser usuarios de los datos o construir de manera muy simplificada las matrices de insumo-producto, lo cual, de acuerdo con nuestro estudio, poco ha arrojado al conocimiento del desempeño económico estatal y regional.
13. Por último, los resultados desde nuestra experiencia son importantes, ya que no tienen precedente en el país ni a nivel internacional; no obstante, son el inicio de un esfuerzo de investigación que debe continuar y expandirse; sin embargo, las estadísticas generadas en los cuadros de oferta y utilización y en las matrices de insumo-producto a niveles estatal y regional se consideran útiles para la toma de decisiones de política económica dado que no hay precedente en el cálculo de los COUE y las MIPE para todos los estados de la República Mexicana, ya que presentan consistencia estadística contable a niveles estatal y regional, así como con respecto a los datos de los COU y la MIP nacional. Además, el error de estimación de la información obtenida es mínimo, lo que da certeza de la consistencia de los datos estatales y regionales con los nacionales.

14. A pesar de la importancia de los resultados del estudio, se requiere profundizar y ampliar su desarrollo con el fin de tener una metodología mucho más desagregada y detallada que permita de mejor forma acercarse cada vez más a la realidad económica de los estados y regiones del país, lo cual requiere del apoyo a la investigación y a las universidades para poder lograr estos propósitos.

Fuentes

- Asuad Sanén, N. E. *Insumo-producto regional: teoría, metodología, técnicas y estudios de caso*. Colección *Economía regional y urbana*. Volumen tercero. México, UNAM-Facultad de Economía, 2019.
- _____. *Pensamiento económico y espacio*. Volumen I. México, UNAM, 2014.
- _____. *Desarrollo regional y urbano: tópicos selectos*. Volumen II. México, UNAM, 2016.
- _____. *Economía regional y urbana*. Puebla, México, BUAP, 2001.
- Asuad Sanén, N. E.; C. Vázquez; y E. Quiñones. "El caso de la industria automotriz de la región Centro Norte: un enfoque espacial de insumo-producto-regional", en: Callicó, Josefina *et al.* *Estudios regionales, un enfoque de insumo-producto*. México, Universidad de Guadalajara, 2019, pp. 93-122.
- Asuad Sanén, N. E. y J. M. Sánchez Gamboa. "A methodological proposal for the construction of a regional input-output matrix using a bottom up approach and its statistical assessment", en: *Investigación Económica*. Vol. LXXV, núm. 298, octubre-diciembre, México, 2016.
- _____. "An exploratory and comparative analysis between bottom-up and top-down approaches for a spatialized construction of a regional Input-Output matrix", en: *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*. Vol. 13, núm. 2, 2018, pp. 137-174.
- Asuad Sanén, N. E.; J. M. Sánchez Gamboa; y L. A. Flores Rodríguez. "A proposal for the construction of a regional input-output model using a bottom-up approach with hybrid methods", en: XXVI Congreso Internacional de Insumo-Producto. Junio. Atlantic City, 2017.
- Cardenete, A. "Una matriz de contabilidad social para la economía Andaluza (A social accounting matrix for the economy of Andaluza)", en: *Revista de Estudios Regionales*. Núm. 52, 1990, pp.137-153.
- Cardenete, A.; A. Guerra; y F. Sancho. *Applied General Equilibrium: An introduction*. 2nd edition. Springer, 2012.
- Chenery, H. B. y T. Watanabe. "An International Comparison of the Structure of Production", en: *Econometrica*. Vol. 26, 1958, pp. 487-521.
- EUROSTAT. *Century of statistics*. Capítulo 10. *Statistics Netherlands 1999*. 2013. Citado por EUROSTAT Regional Accounts.

- _____. *EUROSTAT manual of Supply Use and Input-Output tables*. Luxemburg, UE EUROSTAT, 2008.
- _____. *Sistema Europeo de Cuentas 2010 (SEC2010)*. Capítulo 13. SEC-R. 2010.
- Lahr, M. "A strategy for producing hybrid regional input-output tables", en: 12th International Conference on Input-Output Techniques. New York City, May 21, 1998.
- _____. "Reconciling domestication techniques, the notion of re-exports, and some comments on regional accounting", en: *Economic Systems Research*. 13(2), 2001, pp. 165-179.
- _____. "A review of the literature supporting the hybrid approach to constructing regional input-output models", en: *Economic Systems Research*. 5, 1993, pp. 277-293.
- Lahr, M., and B. H. Stevens. "A study of the role of regionalization in the generation of aggregation error in regional input-output models", en: *Journal of Regional Science*. 42(3), 2002, pp. 477-507.
- Miller, R. E., and P. D. Blair. *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. USA, Cambridge University Press, 2009.
- Moses, L. N. "The stability of interregional trading pattern and input-output analysis", en: *American Economic Review*. 45 (5), 1955, pp. 803-32.
- Oosterhaven, J. "A family of square and rectangular interregional input-output tables and models", en: *Regional Science and Urban Economics*. Volume 14, Issue 4, 1984, pp. 565-582.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). "A Systems approach to National accounts compilation", en: *A Technical Report Series F*. No-77, 1999 (DE) https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_77E.pdf
- Rasmussen, P. N. *Relaciones intersectoriales*. Madrid, Aguilar, 1963.
- Sargento. *Introducing input-output analysis at the regional level: basic notions and specific issues*. Portugal, School of Technology and Management, Polytechnic Institute of Leiria, 2009.
- _____. *Regional input-output tables and models: interregional trade estimation and input-output modeling based on total use rectangular tables*. PhD Dissertation in Economics, Faculty of Economics-University of Coimbra, 2009.
- United Nations. *Handbook of National Accounts of United Nations*. Nueva York, 1993.
- _____. *Historic Versions of the System of National Accounts*. 2019 (DE) <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/hsna.asp>
- _____. *Handbook on Supply, Use and Input-Output Tables*. 2017.
- West, G. R. "Regional Trade Estimation: A Hybrid Approach", en: *International Regional Science Review*. 1990, pp. 103-118 (DE) <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/016001769001300108>