

Revisión de metodologías para la construcción de Matrices de Contabilidad Social Regionales (MCSR)*

Juan Pablo Ángel**

Diego García***

Norman Maldonado****

<https://doi.org/10.15446/ede.v27n51.69117>

Resumen

La presente revisión de literatura tiene como objetivo presentar una descripción de las metodologías más empleadas para la construcción de Matrices de Contabilidad Social Regionales, haciendo énfasis en la elaboración de Modelos de Equilibrio General con características espaciales. Finalmente, se concluye analizando la factibilidad de la construcción de dichos modelos en el ámbito colombiano.

Palabras clave: Matrices de Contabilidad Social, Modelos de Equilibrio General, revisión metodológica.

JEL: C67, C68, R15, R50.

* **Artículo recibido:** 01 de junio de 2017 / **Aceptado:** 02 de septiembre de 2017. El artículo es producto de una investigación conjunta de los autores. Sin financiación.

** Asistente de investigación, Escuela de economía, Universidad Sergio Arboleda (Bogotá, Colombia). Correo electrónico: juanpa.angel@correo.usa.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-8959-9704>

*** Asistente de investigación, Escuela de economía, Universidad Sergio Arboleda (Bogotá, Colombia). Correo electrónico: diegoal.garcia@correo.usa.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-8524-4850>

**** PhD en Economía del Desarrollo por Ohio State University (Columbus, Estados Unidos). Docente investigador de la escuela de economía de la Universidad Sergio Arboleda (Bogotá, Colombia). Últimas publicaciones: *A Dynamic Estimation of Obesity Using Nhanes Data: A Pseudo-Panel Approach* (En coautoría). *Health Econ.* 2017 y *Migration of graduates in Mexico. Graduate Migration and Regional Development: An International Perspective*, 173, 2017. Correo electrónico: normanmva@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1937-0901>

Literature Review of the Methodologies Used in the Elaboration of Regional Social Accounting Matrices

Abstract

The goal of this literature review is to present a description of the most commonly used methodologies for the construction of Regional Social Accounting Matrices (RSAM), with an emphasis on the elaboration of General Equilibrium Models with spatial characteristics. It also analyzes the feasibility of the construction of such models in the Colombian context.

Keywords: Social Accounting Matrix, General Equilibrium Models, methodological review.

JEL: C67, C68, R15, R50.

Introducción

Los Modelos de Equilibrio General (MEG) constituyen un área de estudio ampliamente utilizado por los economistas en la actualidad, debido a las ventajas que estos pueden aportar en los diferentes escenarios, al tomar la economía como un todo, analizando el comportamiento de cada uno de los agentes y sus interacciones en el mercado. Además, este tipo de modelos constituye un marco consistente para cuantificar los efectos producidos por las perturbaciones en el mercado. En los últimos años, la tecnología ha crecido a un ritmo exponencial, lo cual ha sido de gran beneficio para los investigadores, ya que esto ha proporcionado un aumento en la capacidad para procesar información y desarrollar modelos económicos mucho más intensivos en datos, lo cual disminuye el sesgo de los resultados. Por esta razón, los MEG han adquirido características computables con el fin de solucionar sistemas de ecuaciones cada vez más grandes a través del uso de métodos numéricos.

La aplicación de los Modelos de Equilibrio General Computable (MEGC) en temas regionales y urbanos se remonta hacia los años 70, dichas aplicaciones buscaban determinar principalmente la localización de los diferentes mercados, dentro del marco teórico expuesto por Johann Von Thünen (2009) quien soportó su investigación sobre la renta diferencial del suelo y la distribución de los sectores productivos alrededor de una ciudad en función de la distancia de los mercados con respecto al centro. Con el paso del tiempo, el análisis de modelos sencillos tales como el centro periferia y el Estado aislado han dado paso al estudio de la interacción entre diferentes ciudades, regiones y demás unidades espaciales de análisis.

Por esta razón, el objetivo de este documento es revisar las metodologías para la construcción de MEGC con características espaciales o Modelos de Equilibrio General Computable Espacial (MEGCE) para un sistema de ciudades, haciendo énfasis en la construcción de Matrices de Contabilidad Social Regionales (MCSR), para ello se utilizaron Google Scholar y Mendeley como motores de búsqueda. El presente trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan los conceptos fundamentales para la revisión de las

metodologías, esta sección se divide en, Modelos de Equilibrio General (MEG), Modelos de Equilibrio General Computable (MEGC) y Matriz de Contabilidad Social (MCS). Posteriormente, la sección 3 presenta una serie de antecedentes acerca de las aplicaciones en un ambiente nacional e internacional. En la sección 4 se presenta la revisión metodológica para la elaboración de Modelos de Equilibrio General Computable Espacial. Luego, la sección 5 presenta la revisión metodológica de para la elaboración de Matrices de Contabilidad Social Regionales (MCSR). Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones.

Conceptos

Modelos de Equilibrio General (MEG)

La teoría del Equilibrio General es considerada como uno de los aportes más valiosos a la teoría económica, ya que busca integrar las relaciones presentadas en cada uno de los mercados individuales con el fin de hallar un efecto agregado sobre la economía, es decir, la aplicación de la teoría del equilibrio general busca responder a acerca de cómo se determinan los precios a partir de los cuales se vacían los mercados. Para lograr comprender el concepto de equilibrio, es necesario considerar una economía compuesta por consumidores u hogares y firmas, los cuales interactúan en un mercado competitivo, en el que se asume que para cada uno de los bienes transados en la economía existe un mercado, donde los agentes actúan como tomadores de precios con el fin de encontrar un punto en que estos fijan sus cantidades de producción y consumo. Este último supuesto hace referencia al tamaño del mercado, es decir, las decisiones de consumo y producción por parte de algunos agentes pequeños, en comparación al tamaño del mercado, no afectan el mecanismo de fijación de precios (Mas-Colell, Whinston y Green, 1995), dicho de otro modo, las decisiones individuales de consumo y producción no afectan el precio del bien en el mercado.

A diferencia de los modelos de equilibrio parcial, los MEG buscan estudiar la economía como un todo, a través de las relaciones existentes en cada uno de los mercados, en los cuales los hogares buscan maximizar su utilidad y las firmas sus beneficios hasta el punto en el cual exista una igualdad entre la oferta y la demanda agregada, dicho punto es conocido como el equilibrio (Monsalve, 1999). Una vez comprendido el concepto de equilibrio, surgen algunas preguntas alrededor de él, ¿El equilibrio en realidad existe?, en caso de existir ¿el equilibrio es único?, sin importar la existencia de un equilibrio individual o un conjunto de equilibrios ¿es o son estables?, por último ¿el equilibrio es eficiente? Con el fin de solucionar estas incógnitas existen muchas demostraciones y formulaciones matemáticas, las cuales no serán explicadas en este documento.

En los modelos competitivos, como se mencionó anteriormente, una economía se estudia principalmente a través de la interacción entre dos tipos de agentes, consumidores y firmas. Los cuales se definen de la siguiente manera:

- Un consumidor se define como uno o varios individuos (hogares) cuya decisión de consumo depende, principalmente, de sus preferencias racionales (transitivas y completas). Un

individuo tiene la capacidad de demostrar su preferencia o indiferencia sobre algún bien o servicio. El objetivo de los consumidores es elegir una cesta de bienes la cual maximice su utilidad (función objetivo, la cual representa sus preferencias sobre la disyuntiva en el consumo de las diferentes cestas de bienes) sujeta a una restricción presupuestaria, en la cual el gasto debe ser menor o igual al ingreso del individuo. Por lo general se asume que los consumidores son dueños de las firmas y, por esta razón, obtienen una participación de los beneficios empresariales.

- Un productor o firma es una representación de las organizaciones legales dedicadas a la producción de bienes o servicios, dicha producción tiene como objetivo maximizar los beneficios empresariales sujeta a una función de producción (tecnología).

Los MEG se caracterizan por su elevado nivel de abstracción, el cual debe ser manejado cuidadosamente por parte de los investigadores, ya que se debe entender muy bien la fundamentación teórica para la formulación del sistema de ecuaciones que describen la economía. En este documento únicamente se abordarán MEGC estáticos.

Modelos de Equilibrio General Computable (MEGC)

Los modelos de Equilibrio General Computable son sistemas de ecuaciones, los cuales describen la economía como una unidad funcional que contiene todas las relaciones entre los diferentes agentes (Burfisher, 2011), es decir, estos modelos asumen que cada agente en la economía representa un sistema de ecuaciones interdependientes, lo cual hace referencia a que cada uno de los agentes afecta y se ve afectado por las decisiones de consumo y producción de otro. Por esta razón, los MEGC son una herramienta de gran utilidad para la evaluación ex ante y ex post de alternativas de política pública.

Todas las ecuaciones contenidas en el sistema representan las decisiones de oferta y demanda tanto de bienes, servicios y factores de producción, dichas ecuaciones son resueltas simultáneamente a través de métodos numéricos. Cicowiez y Di Gresia (2004) definen la lógica de un MEGC como una representación computable de la economía compuesta por diversos agentes, quienes actúan de acuerdo con los principios de la racionalidad micro-económica. Por lo general, los agentes que interactúan en los diferentes mercados son: las familias, las empresas, el gobierno y el sector externo.

Para el desarrollo de un MEGC es de vital importancia contar con información suficiente sobre las relaciones entre los agentes, por ello es primordial contar una Matriz de Contabilidad Social (MCS), la cual es el insumo más importante para el desarrollo de estos modelos debido a la cantidad de información que contienen. Las MCS se definen como un registro contable de las transacciones monetarias realizadas por un conjunto de agentes en un espacio y durante un periodo de tiempo determinado. Al trabajar con una MCS se asume que la información contenida allí es el caso base, es decir, el equilibrio inicial observado (Cicowiez y Di Gresia, 2004).

Burfisher (2011) afirma que los MEGC deben tener los siguientes elementos:

- Conjuntos: los conjuntos hacen referencia al dominio sobre el cual se cimienta la construcción del modelo. Por lo general, los conjuntos hacen referencia a los consumidores i , las firmas j y los bienes l . Por ejemplo, un modelo con dos consumidores, dos firmas y dos bienes, se denota como un modelo $2 \times 2 \times 2$.
- Variables endógenas: una variable endógena es aquella que determina la solución de un sistema. En los MEGC, estas variables están representadas por los precios y las cantidades de equilibrio.
- Variables exógenas: las variables exógenas son aquellas que tienen valores fijos y, por ende, no cambian con la solución del modelo.
- Cierre macro: este es un punto muy importante dentro de la estructura de los MEGC, ya que depende del investigador el cierre que este quiera darle a su modelo según sus objetivos. Un cierre hace referencia a que el investigador debe decidir cuáles variables son endógenas y cuáles son exógenas. Algunos de los ejemplos más comunes en este aspecto son la decisión a la que se enfrenta el investigador a la hora de determinar qué tipo de variable representa la oferta de trabajo en un momento determinado y la libertad de elegir qué variable entre el ahorro o la inversión (o ambas) debe ser exógena con el objetivo de establecer la igualdad en esta identidad macroeconómica.
- Parámetros: tal como las variables exógenas, los parámetros también representan valores que no varían con el paso del tiempo. Burfisher (2011) afirma que sólo existen tres tipos de parámetros, los cuales son: las tarifas impositivas, las elasticidades de oferta y demanda (Por ejemplo, los α en la función de utilidad) y los parámetros de participación (por ejemplo, el valor de la tecnología A en la función de producción).
- Calibración: el proceso de calibración se define como el método utilizado para calcular los valores de los parámetros (explicados anteriormente), el cual consiste en solucionar un conjunto de ecuaciones fijando el valor de las variables endógenas por aquel registrado en la MCS, dicha situación se define como el año base, el cual debe estar en equilibrio, con el fin de despejar el valor de los parámetros. La calibración es, si bien, uno de los procesos previos más importantes para la simulación de políticas, ya que permite establecer un *bench-mark* sobre el cual se contrastan los resultados generados por la simulación per se.
- Ecuaciones: las ecuaciones son uno de los elementos más importantes para la construcción de un MEGC, debido a que a través de estas se representa el comportamiento de los agentes en el mercado. Por ejemplo, el problema de las firmas consiste en minimizar sus costos o maximizar sus beneficios, mientras que el problema del consumidor consiste en maximizar su utilidad o minimizar su gasto. La elección de las funciones cuyo objetivo es representar un comportamiento debe realizarse en función a las preferencias de la unidad de análisis, es decir, la forma funcional debe estar de acuerdo al comportamiento de los datos observados. Además, con el fin de representar el flujo de la economía, todas las ecuaciones deben relacionarse (directa o indirectamente) para representar la oferta y la demanda. Por ejemplo, al remitirnos a la definición de equilibrio,

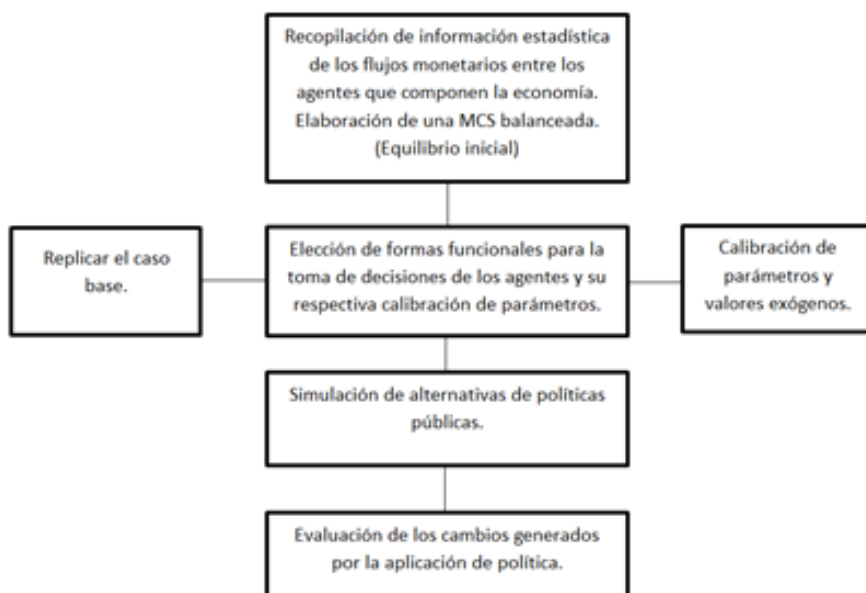
suponemos que la oferta debe ser igual a la demanda en todos los mercados, por lo cual las ecuaciones deben representar dicho equilibrio.

- Numerario: es importante tener en cuenta que los MEGC trabajan con precios relativos y, precisamente, el numerario hace referencia a aquel precio de un bien que es tomado como 1, con el objetivo de que la comparación relativa sea realizada en torno de él, es decir, el numerario básicamente es una unidad de medida. Por ejemplo, si los salarios son tomados como el numerario, un aumento en los precios de los bienes de consumo se deben analizar de forma relativa con respecto a los salarios.

Para la elaboración de un MEGC, Cicowiez y Di Gresia (2004) describen 7 secciones o pasos suficientes para la construcción del mismo, los cuales son:

- Se deben determinar las dimensiones básicas del modelo, es decir, es necesario establecer el número de agentes i , el número de firmas j y la cantidad de bienes en la economía l . Así, el modelo presenta una dimensión $i * j * l$.
- Luego de haber determinado las dimensiones básicas del modelo, es necesario definir el problema de elección al cual se van a enfrentar cada uno de los agentes. Específicamente, esta sección trata de establecer las formas funcionales para el problema del productor y las preferencias para el problema del consumidor.
- Se debe contar con una MCS consistente y balanceada con el fin de representar el punto de partida del modelo.
- Una vez se han establecido las formas funcionales, es necesario obtener los valores de los parámetros y de las variables exógenas, con el objetivo de simular el estado base de la economía.
- Como se ha afirmado a lo largo de este documento, los MEGC están compuestos por grandes sistemas de ecuaciones los cuales deben solucionarse a través de métodos numéricos. Por esta razón, se debe codificar el sistema de ecuaciones en un software de programación matemática con el fin de encontrar una solución factible para los experimentos de política pública. Por lo general, GAMS (*General Algebraic Modeling System*) es el software recomendado para realizar este tipo de codificaciones.
- Se debe replicar el caso base utilizando el sistema de ecuaciones especificado y empleando los parámetros y variables exógenas.
- Por último, una vez cumplidos los pasos anteriores, es posible realizar simulaciones modificando el equilibrio inicial, con el objetivo de analizar el comportamiento de los agentes y sus interacciones hasta encontrar un nuevo equilibrio en la economía. Las simulaciones se definen como experimentos controlados.

Esta información se encuentra resumida en el cuadro 1.

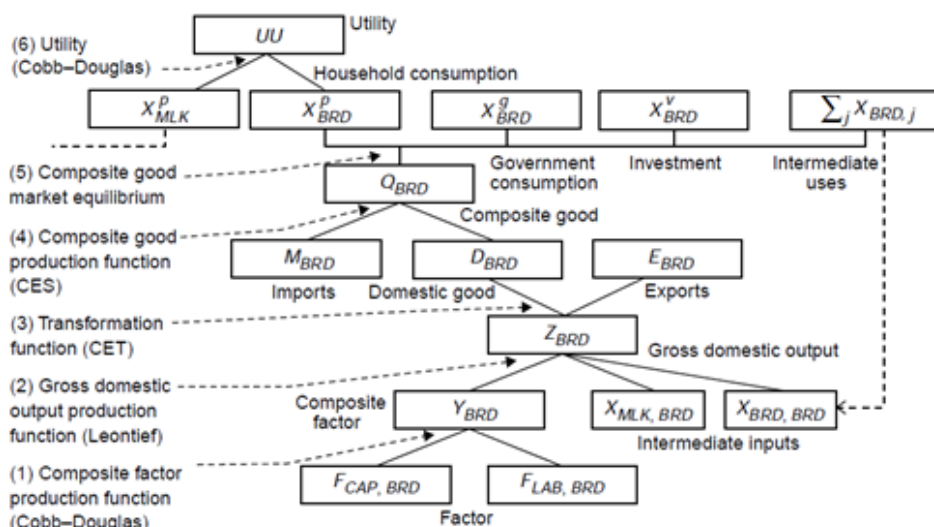
Cuadro1. Pasos para la elaboración de un MEGC

Fuente: tomado de Burfisher (2011), Shoven y Whalley (1984).

A continuación, en el cuadro 2 se presenta la estructura de un modelo estándar, tomado de Hosoe, Gasawa y Hashimoto (2010). En el cual se evidencian las relaciones directas entre cada uno de los agentes en la economía y la forma funcional que modela su comportamiento. El flujo circular de la economía inicia a partir de la sustitución imperfecta (Cobb-Douglas) entre los factores de producción, con los cuales se obtiene el factor compuesto el cual se complementa (Leontief) con los diferentes usos intermedios de los bienes finales para la producción nacional, la que puede destinarse para usos nacionales o internacionales (exportaciones) a través de una función de elasticidad de transformación constante (CET).

El bien doméstico, a través de una función de elasticidad constante (CES), es combinada con el bien importado para obtener el bien compuesto, el cual se emplea para diferentes usos: el consumo de los hogares, el consumo del gobierno, inversión y usos intermedios (consumo intermedio para la producción nacional). Por último, los hogares derivan su utilidad del consumo de pan y leche, la cual es la función objetivo del sistema.

Cuadro 2. Estructura de un modelo estándar



Fuente: tomado de Hosoe, Gasawa y Hashimoto (2010).

Matrices de Contabilidad Social (MCS)

Las MCS son representaciones matriciales de los flujos monetarios producidos entre los agentes de la economía en un periodo determinado del tiempo (Thorbecke, 2000). Para la elaboración de un MEGC se asume que dicha matriz constituye el estado inicial de la economía, por lo cual se debe cumplir que para todos los mercados, la oferta debe ser igual a la demanda, es decir, que la suma de los valores contenidos en las columnas sea igual al valor de la suma de las filas, al cumplir esta característica, se dice que la matriz se encuentra balanceada (Pyatt y Round, 1977). Las MCS se derivan de las matrices insumo producto (MIP), las cuales capturan las relaciones intra e inter industriales (Doi, 2006).

Las transacciones contenidas en una MCS se interpretan partiendo de que la transacción es causada por una cuenta columna (demandante), la cual gasta parte de su ingreso en el consumo de un bien producido por una cuenta fila (ofertante). En sentido contrario, las cuentas filas registran los ingresos de dinero por parte del gasto causado por una cuenta columna (Corredor y Pardo, 2008). Según el DANE 2005, las MCS deben contar con las siguientes características:

- La MCS debe tener la misma cantidad de filas como de columnas, es decir, la matriz debe ser cuadrada. Por ende, cada uno de los componentes de la matriz representa la interconexión entre las cuentas.
- Las cuentas principales en una MCS son: hogares, gobierno y firmas.

- La dimensión de la MCS está sujeta a los objetivos del investigador, ya que la desagregación sectorial depende de lo que se pretende analizar.

Siguiendo la metodología del DANE (2005), el formato de una MCS se puede visualizar en el Cuadro 3.

Como se ha mencionado con anterioridad, una matriz de contabilidad social (MCS) es un registro contable de las transacciones monetarias realizadas por un conjunto de agentes en un espacio y durante un periodo determinado del tiempo (Pyatt y Round, 1977). Técnica-mente, una MCS es una representación de las relaciones económicas entre las diferentes instituciones (hogares, firmas, gobierno, sector externo, sector financiero), lo cual es posible evidenciar en la Cuadro 4, donde cada egreso por parte de un agente representa el ingreso de otro (Flujo circular de la economía). Por ejemplo, los hogares adquieren bienes y servicios ofrecidos por las firmas, quienes con ese ingreso por ventas pagan los costos producidos por el uso de los factores de producción: capital, trabajo y tierra, los cuales son propiedad de los hogares. Por lo tanto, una matriz de contabilidad social es una representación matricial de la economía.

Cuadro 3. Formato tradicional

			Cuentas endógenas							Cuentas exógenas			Total	
			Factores de producción			Transacciones				Unidades de producción (Desagregadas)	Gobierno	Resto del mundo		Cuenta de capital
Cuentas endógenas	Factores de producción	Remuneración a los Asalariados (RA)												
		Ingreso Mixto (IM)												
		Excedente Bruto de Explotación (EBE)												
	Transacciones	Hogares (Desagregados)												
		Sociedades no financieras												
		Sociedades financieras												
		ISFLSH												
Unidades de producción (Desagregadas)														
Cuentas exógenas	Gobierno													
	Resto del mundo													
	Cuenta de capital													
	Total													

Fuente: tomado de DANE (2005).

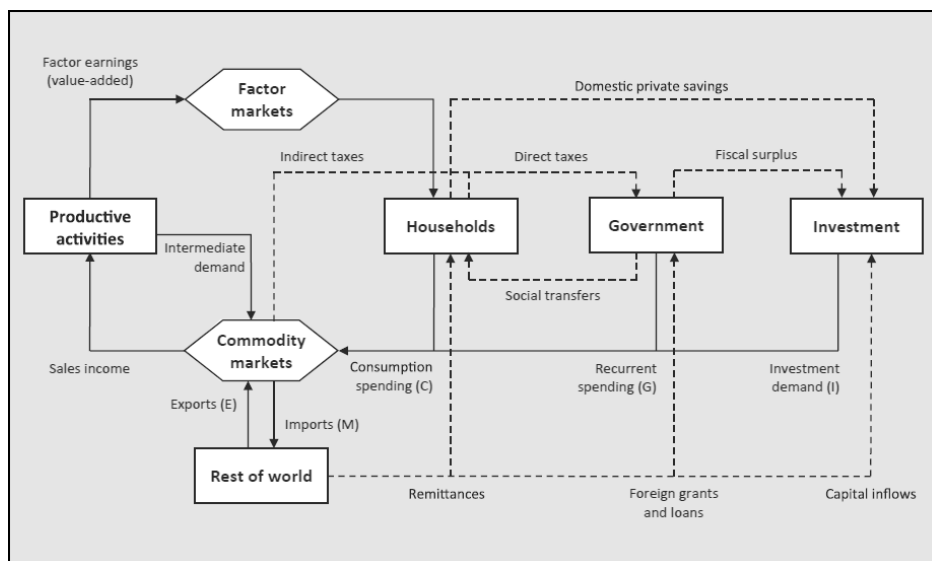
Es importante tener en cuenta que para la elaboración de las MCS se toma como fuente principal de información al Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), debido al flujo circular de la economía y a la contabilización de doble partida, y a la Matriz Insumo Producto (MIP), las cuales agregan un mayor detalle a las cuentas especificadas en la MCS. De hecho, Miller y Blair (2009) afirman que las MCS son una extensión de las MIP, las cuales fueron implementadas por primera vez en 1936 por el economista Wassily Leontief con el objetivo de registrar el creciente volumen de información económica que se presentaba en la época, Ten Raa (2006) afirma que las MCS extienden el alcance de las MIP desde la perspectiva de los flujos de producción hasta la distribución del ingreso.

Con el paso del tiempo, las MIP han sido ampliamente utilizadas en el marco del análisis económico cuantitativo debido a que esta es una herramienta que permite capturar los flujos inter industriales de un mercado (agregado: nivel nacional, conjunto de mercados o específico: mercados individuales), donde cada una de las firmas produce bienes, los cuales son utilizados como insumos por otra empresa para su producción final. Fundamentalmente, según Miller y Blair (2009) la información contenida en las MIP hace referencia a los flujos de productos entre las diferentes industrias, quienes son consumidores y productores al mismo tiempo, lo cual puede visualizarse en la Cuadro 4. De forma similar a las MCS, las filas de las MIP representan la producción de cada una de las industrias, mientras que las columnas describen la composición de los insumos (y sus fuentes) que requiere cada empresa para su proceso de producción. Las matrices de contabilidad social son un insumo útil (y esencial) para la elaboración de modelos de equilibrio general computable debido a que estas incluyen información acerca de la distribución del ingreso y la organización de la demanda por parte de todos los agentes que componen la economía, lo cual facilita el análisis de los encadenamientos productivos (los cuales serán explicados más adelante). Para Burfisher (2011), una MCS por lo general debe contener información sobre los ingresos y los gastos de los hogares consumidores, el gobierno, las industrias, los factores de producción, y el resto del mundo, dicha información debe estar representada en una matriz cuadrada. Según el Banco Mundial, las MCS deben cumplir con dos objetivos importantes; el primero hace referencia a la organización sistemática de los datos de una unidad de análisis (países, ciudades, regiones) en un periodo de tiempo determinado, de tal manera que en esta se vea reflejada la estructura económica de la unidad elegida para que, en segundo lugar, dicha información constituya una base estadística para la elaboración de diferentes análisis a través de diversas herramientas con el fin de evaluar cambios ex ante y ex post causados por decisiones de políticas públicas en la estructura económica de la unidad (Khan y Thorbecke, 1989). La importancia de las MCS radica en la cantidad de información que estas le proveen a los MEGC con el fin de capturar los efectos producidos por dichas políticas en la relación de todos los agentes en la economía.

Antecedentes

Sobre Modelos de Equilibrio General Computable Espacial (MEGCE)

Sato y Hino (2005) presentan una aplicación de un MEGC en el área metropolitana de Tokio, donde el gobierno ha propuesto la posibilidad de la implementar de peajes, lo cual afectaría de forma directa los precios y usos del suelo. Además del impacto sobre las decisiones de localización de los agentes económicos y el costo de transporte en el espacio. Específicamente, los autores buscan desarrollar un MEGC (con un horizonte de largo plazo) en el cual evalúan los efectos ex-ante de la política propuesta por el gobierno enfocándose en los efectos que la implementación del peaje le produciría sobre la localización de los hogares y empresas. Los agentes que intervienen en el mercado (hogares y firmas) actúan bajo el comportamiento descrito en la literatura económica, es decir, los hogares buscan maximizar su utilidad, la cual está en función del consumo de bienes, servicios, el área de

Cuadro 4. Flujo circular de la economía

Fuente: tomado de Breisinger, Thomas y Thurlow (2009).

la residencia en que habitan y el transporte, sujeto a una restricción presupuestaria en la cual los ingresos están compuestos por el salario y las rentas de la tierra. Por otro lado, los gastos se componen por el consumo de bienes, servicios y el área de la residencia. Según el modelo, las firmas están restringidas bajo una función de producción, la cual toma como variables de control al trabajo, el área de la firma y la tecnología, con el fin de minimizar la función de costos representada por los salarios y la renta de la tierra que le deben pagar a los hogares. El sistema de ecuaciones presentado en el modelo se desarrolla utilizando el método de *Gauss-Seidel* (métodos numéricos). Como resultado de la simulación, se encontró que la implementación del peaje en la zona central de Tokio podría producir una disminución en el volumen del tráfico en el área implicada, mientras que en las zonas aledañas aumentaría. Además, tanto los hogares como las firmas se concentrarían cerca al peaje, lo cual generaría nuevas economías de escala por lo que la producción sería mayor en el área metropolitana.

Por otra parte, Miyagi (1996) busca realizar un análisis sobre el impacto que las políticas en transporte (especialmente el gasto público en mantenimiento y construcción de infraestructura vial) han causado en el desarrollo de las ciudades y su relación con las demás (específicamente en términos comerciales), utilizando como herramienta principal los modelos espaciales de equilibrio general computable (MEGCE). El estudio se basa en analizar el impacto de dichas políticas en diferentes regiones heterogéneas, con el fin de evaluar

los beneficios que el gasto en transporte, ya sea de gran o pequeña escala, genera en cada una de estas a nivel multiregional. Para la calibración de los parámetros del modelo sigue la metodología clásica, la cual se basa en el uso de una matriz insumo-producto. El principal problema para la elaboración del MEGCE es el supuesto de que los precios internacionales son exógenos en una pequeña economía abierta, lo cual es inconsistente con los objetivos del modelo.

De manera análoga, el documento de Ivanova (2013) se basa en el análisis del impacto en la reducción de los costos y los aumentos en la productividad del transporte de mercancías en el crecimiento económico, la globalización y, en especial, la integración de los mercados. Para ello, se utilizan diversas variables de interés, tales como; el crecimiento de la población, migración, desarrollo tecnológico, acceso a los recursos naturales y la aglomeración. La metodología de éste documento se sustenta a través de la Nueva Geografía Económica (por sus siglas en inglés, NGE) expuesta por el premio nobel de economía Paul Krugman. Además, simula el comportamiento de los flujos de mercancías utilizando un MEGC y suponiendo el comportamiento de una economía basada en la teoría gravitacional del comercio. El autor describe el comportamiento de los precios del suelo a través de la metodología expuesta por Von Thünen, quien argumenta que los precios del suelo dependen de los usos de ésta misma y la distancia con respecto a los centros o ciudades.

Partridge y Rickman (2010) tienen como objetivo proponer mejoras metodológicas para la construcción de MEGC en ámbitos regionales, los cuales presentan dificultades al momento de incluir una base teórica sobre la localización industrial, definición de las estructuras productivas sobre pequeñas regiones, mercado de trabajo heterogéneo, entre otras. Además, expone las debilidades que la implementación de una MCS o una matriz input-output genera sobre la oferta de los factores de producción (trabajo, capital y tierra).

De forma detallada, el documento contiene 3 componentes: un estudio intensivo acerca de las principales metodologías espaciales para la construcción de un MEGC, un marco teórico que explica el comportamiento de las variables en conjunto del modelo espacial y un apéndice donde ilustran las definiciones de las variables y las expresiones matemáticas del modelo. En la primera parte, se indica que la implementación de los nuevos modelos de economía internacional, el mercado laboral, la inclusión del tiempo como determinante principal, los enlaces entre polígonos y la dinámica de las políticas públicas, son aspectos que mejoran la construcción y el análisis de los MEGCE. La segunda parte, contempla las especificaciones que se deben tener para construir las funciones del modelo. Este comprende siete campos, que, en resumen, describen la oferta, la demanda y el equilibrio del mercado de bienes, de factores y el mercado internacional. En cuanto a los usos del suelo, los autores incluyen este factor en la función de producción (la cual es neoclásica) para las industrias regionales más representativas. La principal característica del suelo dentro del análisis es el pequeño grado de sustitución que presenta. El precio de la tierra, según el modelo, está determinado por la interacción de la oferta y la demanda de este factor productivo y la movilidad intersectorial, dicho precio afecta directamente al ingreso de los hogares, ya

que ellos son los dueños de la tierra. Adicionalmente, otros de los temas con mayor aplicación en la literatura económica son aquellos referentes a la economía fiscal. Por ejemplo, Narayan (2003) realizó una investigación sobre el impacto que, a largo plazo, el incremento del impuesto al valor agregado generaría sobre la economía de las islas Fiji, utilizando como herramienta un MEGCE, tal como Cardenete y Sancho (2003) quienes aplicaron este tipo de modelos con el objetivo de evaluar el impacto que los impuestos de recudo a nivel nacional, le generaría a la región de Andalucía, España. Al igual que las dos aplicaciones mencionadas anteriormente, Seung y Kraybill (1999), Dixon, Rimmer y Tsigas (2007) y Madden y Giesecke (1999), también centran sus investigaciones en las variaciones en el recaudo de impuestos y su impacto en las relaciones entre todos los agentes de la economía.

A nivel nacional, el trabajo de Valencia y Alviar (2013) es un MEGC para Antioquia el cual busca analizar la interrelación entre la oferta y la demanda tanto de factores de producción, insumos intermedios y factores que agregan valor, teniendo en cuenta el impacto de los costos transporte y los impuestos al valor agregado. En cuanto a la elaboración de la MCS, en el ejercicio, el autor toma como referencia la SAM regional del 2000 propuesta por la economista Ángela Cordi para el DANE, en el documento dicha matriz es agregada en seis grandes categorías, las cuales son: producción, factores productivos, impuestos, instituciones, cuenta de capital y resto del mundo. En cuanto a la elaboración del MEGC regional, este varía del nacional en que, en esencia, en las regiones se presenta un mayor grado de movilidad tanto de los factores productivos como de los bienes y los recursos. Los modelos regionales difieren de los nacionales en que para el análisis regional no es necesario que exista un equilibrio entre la inversión y el ahorro, además, para la modelación regional el gobierno es desagregado en gobierno central, nacional y seguridad social y se da vía libre a la migración.

El sistema de ecuaciones que describe el comportamiento de la economía en el modelo se encuentra desagregado en 7 esquemas: el sistema de producción, las exportaciones, el consumo de las familias, las importaciones, el gobierno, la inversión, el ahorro, el balance externo y, por último, el equilibrio en el mercado de bienes (oferta agregada y demanda agregada). Es importante resaltar que algunos los parámetros utilizados en el modelo son tomados de otras investigaciones realizadas por diferentes autores, debido a que con la MCSR del 2000 no fue posible calibrar algunos de los parámetros requeridos para desarrollar el sistema planteado en la formulación matemática del modelo. Por otra parte, se encuentra el trabajo de Haddad *et al.* (2009), el cual tiene el objetivo de analizar los efectos espaciales producidos por la liberalización comercial tanto en el largo como en el corto plazo.

Sobre Matrices de Contabilidad Social (MCS)

El incremento en el número de aplicaciones realizadas sobre las Matrices de Contabilidad Social (MCS) en el mundo, evidencian la utilidad que representa el hecho de trabajar la estructura económica como un todo. Por esta razón, las primeras aplicaciones sobre las MCS buscaban, principalmente, analizar las relaciones entre las cuentas nacionales de un país a nivel agregado. Según Khan y Thorbecke (1989), las MCS proveen información valiosa para

el estudio de las teorías de crecimiento económico y, por ello, elaboraron un análisis sobre los multiplicadores obtenidos a través de la construcción de una MCS para Indonesia, cuyo objetivo era determinar los efectos directos e indirectos de la tecnología sobre la distribución del ingreso y el comportamiento del mercado de trabajo. Dicha MCS presenta una característica diferenciadora, desagrega las estructuras tecnológicas (modernas y tradicionales) según los diversos sectores de la economía a través del uso de indicadores tecnológicos, tales como: valor agregado por trabajador, el tamaño de la firma, relación trabajo calificado - trabajo no calificado y ratio capital-trabajo. Además, dicha matriz tiene una dimensión 78x78, donde las primeras 74 cuentas hacen parte de las consideradas cuentas endógenas, las cuales están agrupadas de la siguiente manera: factores de producción (1- 23), los hogares (24-33), las firmas (24) y las actividades de producción (35-74). Mientras que, las cuentas faltantes hacen parte de las consideradas cuentas exógenas, las cuales son: gobierno (75), cuenta de capital (76), impuestos indirectos (77) y, por último, resto del mundo (78). Los autores argumentan que una de las limitaciones del análisis de multiplicadores es la elasticidad precio de la demanda unitaria que presentan los consumidores, por lo cual es necesario especificar una matriz alternativa que contenga las diferentes propensiones marginales de consumo para cada una de las instituciones que componen la economía.

El sector financiero es uno de los más importantes dentro de la estructura económica, por esa razón es relevante estudiar sus relaciones con el sector real. Li (2008) construyó una MCS con una desagregación financiera para la economía China, en la cual compiló el flujo de fondos de financiamiento nacional y la relación ahorro - inversión. Para lo cual se incorporó dentro de la estructura general de la matriz una cuenta adicional, el mercado de fondos prestables y, además, se desagregó la cuenta de capital con el fin de analizar la participación de cada una de las instituciones en ella. La relación entre el sector real y el sector financiero está en función de la interacción entre el ahorro y la inversión. La MCS financiera para China contiene cinco cuentas principales, actividades de producción (agricultura, minería, industria energética, manufactura de pequeños artículos, industria pesada, construcción y servicios), factores de producción (capital y trabajo), instituciones (hogares, gobierno, empresas no financieras, empresas financieras y el resto del mundo), cuentas institucionales y cuentas financieras (instrumentos financieros: depósitos, bonos del gobierno, bonos corporativos, reservas internacionales, entre otras).

Para Colombia, las primeras aproximaciones a las MCS se han registrado desde finales de los años ochenta (Cordi, 1988). Algunas de las aplicaciones más representativas son las realizadas por Bussolo y Correa (1998), DANE (2012), Hernández (2003), Ramírez, Yepes y Karl (2006), Corredor y Pardo (2008), Castro (2010), Céspedes *et al.* (2011), Hernández, Ramírez y Zuul (2016), entre otras.

Modelos de Equilibrio General Computable Espacial (MEGCE)

A través del tiempo, los economistas se han interesado en la economía espacial, con el objetivo de identificar los determinantes de las decisiones de localización de las instituciones, las relaciones entre las instituciones ubicadas en diferentes regiones, los diferenciales entre

las variables (generalmente salarios) a través del espacio, los impactos producidos por las decisiones de política económica de los países en sus regiones, entre otros.

En su trabajo, Holland (2010) expone las principales diferencias en la estructura de los modelos a nivel nacional y regional estáticos.

- Gobierno: a nivel regional, el gobierno está dividido en gobiernos locales o federales según sea su nivel de descentralización, donde cada uno tiene sus respectivos gastos, ingresos y ahorros.
- Factores de producción: a nivel nacional, se supone que los factores de producción (capital y tierra) son fijos. Mientras que, a nivel regional se debe incluir una función que modele el flujo de la migración dentro de la región, dicha función afecta directamente a la oferta de trabajo. Por lo general, dicha función contiene la diferencia entre los salarios de la región y el resto del país. Por otro lado, el movimiento del factor capital es mucho más escaso en comparación al trabajo. Sin embargo, al igual que en ese caso, se debe incluir una función que modele dichos flujos en función de la diferencia entre el rendimiento del capital de la región y el rendimiento del resto del país. En muchos modelos, tal como lo afirma Holland (2010), se asume que el capital es un factor inmóvil.
- Ahorro e inversión: a nivel nacional, las instituciones ahorradoras son: los hogares, las empresas, el gobierno y el sector externo. Donde su ahorro debe ser igual a la inversión doméstica. Mientras que, a nivel regional, la identidad entre ahorro e inversión no siempre se cumple. Los modelos regionales asumen la inversión como exógena (según el tipo de cierre, como se mencionó en la sección anterior).
- Comercio: a nivel regional, los hogares se enfrentan a la decisión de consumo entre los bienes nacionales y extranjeros, los cuales se modelan con diferentes funciones (la más utilizada es una función tipo *Armington*). Del mismo modo, las firmas también se enfrentan a una decisión de producción para la venta doméstica y la exportación. La gran diferencia, a nivel regional, es que las exportaciones de la región van dirigidas a las demás regiones del país y al sector externo. Sin embargo, los bienes comerciados con las demás regiones presentan un mayor grado de sustitución, por esta razón, el precio de los bienes es similar.
- Cierre: las MCS tanto nacionales como regionales incorporan tres tipos de balances macro: ahorro privado, ahorro del gobierno y ahorro externo, las cuales deben ser iguales a la inversión. Además, es importante resaltar que los modelos regionales requieren la introducción de las distancias entre las unidades de análisis como una variable fundamental. En este documento sólo se hace énfasis en, como los denominan Giesecke y Madden (2013), los sistemas subnacionales, dejando de lado aquellos sistemas que contemplan dos o más países como unidades de análisis. Los MEGCE subnacionales se dividen en dos grandes secciones, las cuales son:
 - Modelos Regionales: los modelos regionales son aquellos que toman como única unidad de análisis una región específica, por ejemplo, una ciudad, un municipio, un departamento. El propósito de este tipo de modelos es analizar la importancia

de la unidad de análisis dentro un espacio o una nación específica. Por ejemplo, el modelo desarrollado por Valencia y Alviar (2013) busca identificar la dinámica de la economía del departamento de Antioquia dentro del país.

- **Modelos multiregionales:** los modelos multiregionales son aquellos que toman como unidades de análisis a un conjunto de observaciones, por ejemplo, dos ciudades, una ciudad contenida en un departamento, entre otros. Partridge y Rickman (2010) afirman que la metodología para la elaboración de un MEGCE presenta las siguientes dificultades: los modelos desarrollados usualmente dejan de lado los principios de la teoría económica regional, dada la desagregación espacial y los flujos migratorios entre las unidades de análisis, el modelaje del mercado de trabajo presenta un alto grado de dificultad.

Partridge y Rickman (2010) afirman que la metodología para la elaboración de un MEGCE presenta las siguientes dificultades: los modelos desarrollados usualmente dejan de lado los principios de la teoría económica regional, dada la desagregación espacial y los flujos migratorios entre las unidades de análisis, el modelaje del mercado de trabajo presenta un alto grado de dificultad.

Matrices de Contabilidad Social Regional (MCSR)

Al igual que para la construcción de una MCS nacional, las MCS regionales cuentan con las mismas fuentes de información, es decir, para su elaboración es necesario contar con los COU para calcular los equilibrios por productos, el uso de las MIP con cierta desagregación espacial y, el uso de las cuentas nacionales, departamentales o municipales. Debido a dicha desagregación espacial, los modelos regionales son mucho más intensivos en información estadística que los modelos nacionales.

El objetivo de la desagregación espacial es identificar la interacción entre las actividades de producción, las cuentas de instituciones, las cuentas de los factores de producción y el resto del mundo en un periodo determinado del tiempo para cada una de las observaciones en el espacio, ya que, por lo general, la economía de pequeñas áreas dentro de una unidad son muy diferentes entre sí. Karlsson, Andersson y Norman (2015) remarcen la existencia de los modelos regionales y multiregionales, entiéndase como un modelo regional aquel que toma como una unidad de observación a un conjunto o sistema de ciudades (Por ejemplo, un departamento, el cual se compone por un sistema de municipios) y un modelo multiregional es aquel que toma como una unidad de observación a un conjunto de regiones.

En este documento se va a desarrollar el concepto de MCS regional (MCSR). Miller y Blair (2009) destacan la importancia del análisis regional para la construcción de las MIP con el objetivo de cuantificar el impacto de la localización sobre la decisión de consumo intermedio por los productos dentro de la región. Para la construcción de las MIPR se toman los siguientes supuestos (Hernández 2012):

- Homogeneidad entre los sectores: este supuesto hace referencia a que las filas y las columnas de la matriz deben ser iguales y, además, deben componerse según el mismo criterio, es decir, no se pueden comparar los productos con los sectores. En las filas y las columnas de la MIPR deben relacionarse productos con productos o industrias con industrias, lo cual implica que cada uno de los sectores debe tener una producción primaria.
- Los precios relativos no deben variar: Todos los insumos y los productos iguales dentro de la MIPR deben estar valorados de la misma manera en términos relativos.
- Proporcionalidad: a medida que aumenta la producción, los insumos requeridos para ella se incrementan en la misma proporción (la producción y la demanda de insumos varían en una proporción (1 : 1), lo cual implica que los factores e insumos no están determinados por la relación de precios.
- Aditividad: la suma de los efectos sobre la producción de cada uno de los sectores es igual al efecto total sobre la producción.

Como se ha mencionado con anterioridad, la información contenida en el SCN es muy agregada para todos los sectores o industrias que componen el aparato productivo de un país. Por esta razón, para la elaboración de las MIPR, es necesario desagregar las cuentas nacionales/departamentales a través de una encuesta sobre la producción de la unidad de análisis (Miller y Blair, 2009), la cual es realizada a cada una de las firmas representativas de cada uno de los sectores, con el propósito de identificar la producción en cada una de las ciudades que componen la región para calcular los coeficientes técnicos regionales. Las preguntas elaboradas para dicha encuesta básicamente se centran en:

- ¿Cuántas unidades del sector i ha comprado para la producción del sector j ?
- ¿Cuántas unidades del sector i , ubicadas en la región específica del análisis, ha comprado para la producción del sector j ?

Algebraicamente, sean

- z_{ij}^{rr} el flujo de dinero de bienes y servicios del sector i transados en la región j a la industria i en la misma región r .
- x_j^r la producción de cada uno de los sectores en la región r .

El conjunto de coeficientes para la demanda de insumos está dada por:

$$a_{ij}^{rr} = \frac{z_{ij}^{rr}}{x_j^r} \quad [1]$$

Análogamente,

$$A^{rr} = z_{ij}^{rr} (x_j^r)^{-1} \quad [2]$$

Entonces, los impactos de los cambios provocados por variaciones en el vector de demandas finales en la región r se denotan como (Miller y Blair, 2009):

$$x^r = (I - A^{rr})^{-1} Z^{rr} \quad [3]$$

Adicionalmente, Miller y Blair (2009) reconocen la importancia de los modelos interregionales. Los cuales, como su nombre lo indican, son aquellos utilizados para determinar las relaciones entre dos o más regiones. De esta manera, el objetivo de este tipo de modelos es estimar las transacciones entre las unidades de análisis de la siguiente manera: Asumir un escenario con dos regiones, donde estas se denotan como r y s , donde sus correspondientes flujos inter e intra regionales son z_{ij}^{rr} y z_{ij}^{rs} , respectivamente. Suponiendo que la disponibilidad en la información es completa, es decir, que el investigador posee información detallada sobre los flujos entre las distintas industrias ubicadas en las dos regiones, se tiene una matriz de flujos como la siguiente:

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{rr} & Z^{rs} \\ Z^{sr} & Z^{ss} \end{bmatrix}$$

Donde en la diagonal principal se encuentran los flujos intrarregionales y, fuera de la diagonal, los flujos interregionales. Conceptualmente, es posible definir los elementos de Z^{sr} como las exportaciones de s y las importaciones de r . Es importante resaltar que la construcción de este tipo de modelos es muy poco común en la práctica, debido a la gran cantidad de información que estos requieren. Sin embargo, Erdogan (2011) dentro de su tesis doctoral realizó una revisión de literatura muy robusta, en la cual afirma que existen 3 métodos para la construcción de las matrices regionales (Czamanski, 1973). Estos métodos son:

1. Survey methods (basado en encuestas): este método, como su nombre lo indica, busca obtener la información relacionada con los flujos industriales dentro y entre las distintas unidades de análisis a través del uso de encuestas. La principal limitación de este método es que es muy intensivo en tiempo y en dinero, a comparación de los demás. Además, según Miller y Blair (2009) afirman que es muy común que en estos métodos se presente un problema de representatividad en la muestra sobre la cual se aplican las encuestas. Algunas aplicaciones de esta metodología fueron desarrolladas por Pullen y Proops (1983), quienes construyeron una MIPR para North Staffordshire con el objetivo de determinar los encadenamientos productivos y las variaciones en el empleo en dicha unidad de análisis. De forma similar, Weeks y Seyfried (1969) construyeron una MIPR para el Estado de Washington con el mismo objetivo de determinar los encadenamientos productivos entre la región y el resto del país. Por otro lado, Richardson (1985) afirma que la historia de MIP se dividen en tres grandes periodos, donde el primero es aquel desarrollado por Leontief 1986 y sus aportes para la construcción de las matrices para la estimación de los flujos intrarregionales. Luego, el segundo periodo es aquel donde se desarrollaron las metodologías basadas en encuestas.

2. Non-Survey methods: este método tiene como objetivo obtener los flujos inter e intra industriales a partir de estimaciones sobre la limitada información que se tenga (Bonfiglio, 2005). Según Miller y Blair (2009) existen diferentes alternativas para lograr dicho objetivo, las cuales son:
- a. Cociente de localización simple (por sus siglas en inglés, LQ): a falta de información relacionada con los flujos regionales, los cocientes de localización representan las herramientas más utilizadas para subsanar este problema (Richardson 1985). Este cociente se representa según la ecuación 4.

$$LQ_i^r = \frac{\frac{x_i^r}{\sum_{i=1}^r x_i^r}}{\frac{x_i^n}{\sum_{i=1}^n x_i^n}} \quad [4]$$

Donde,

- x_i^r = Representa la producción sector i en la región r
- $\sum_{i=1}^r x_i^r$ = Representa la producción total de la región
- x_i^n = Representa la producción sector i en la nación
- $\sum_{i=1}^n x_i^n$ = Representa la producción total de la nación

De esta manera, el LQ puede presentar los siguientes casos:

1. Cuando $LQ_i^r > 1$ quiere decir que la producción del sector i está concentrada en la región r y no en la nación.
2. Cuando $LQ_i^r = 1$ quiere decir que la participación relativa del sector i es la misma tanto para la región como para la nación.
3. Cuando $LQ_i^r < 1$ quiere decir que la participación del sector i en la región r es menor que el peso relativo del mismo sector dentro de la nación. Es decir, la producción de i no se concentra en la región r .

El objetivo de esta metodología consiste en ajustar los coeficientes nacionales a los regionales. Así que, dados los casos anteriores del LQ , Miller y Blair (2009) afirman que la regla para la determinación de los coeficientes a nivel regional es la siguiente:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (LQ_i^r) a_{ij}^n, & LQ_i^r < 1 \\ a_{ij}^n, & LQ_i^r \geq 1 \end{cases}$$

Lo anterior significa que, para obtener los coeficientes a nivel regional se tienen dos escenarios. El primero es aquel donde el $LQ_i^r < 1$, lo cual significa que la producción del sector i en la nación, es mayor que a nivel regional, por lo cual se debe multiplicar el coeficiente nacional por el valor de LQ . Por otro lado, se tiene el caso en que $LQ_i^r > 1$, lo cual quiere

decir que la producción de i se encuentra concentrada en la región r , por lo cual el coeficiente regional es igual al nacional. Smith (1974) construyó una MIPR para la región de *Peterborough* con el fin de comparar las bondades de los métodos sin encuestas, aplicando una serie de cocientes de localización.

- b. Cociente de localización de compra (Por sus siglas en inglés, *PLQ*): el *PLQ* fue elaborado por Stevens y Trainer (1980). Este cociente se representa en la ecuación 5.

$$PLQ_i^r = \frac{\frac{x_i^r}{x_i^n}}{\frac{X^r}{X^n}} \quad [5]$$

Donde,

- x_i^r = Representa la producción sector i en la región r
- X^r = Representa la producción de los sectores que requieren de la producción de i como insumo en la región r
- x_i^n = Representa la producción sector i en la nación n
- X^n = Representa la producción de los sectores que requieren de la producción de i como insumo en la nación n

Swanson, Morse y Western (1999) presentan una aplicación de esta metodología, utilizando como fuente principal de información el comportamiento del Impuesto al Valor Agregado para Noruega.

- c. Cociente de industria (por sus siglas en inglés, *CILQ*): este cociente relaciona la proporción de la oferta del sector con respecto a la proporción de la demanda del sector j . Este cociente se representa en la ecuación 6.

$$CILQ_i^r = \frac{\frac{x_i^r}{x_i^n}}{\frac{x_j^r}{x_j^n}} \quad [6]$$

Donde,

- x_i^r = Representa la oferta del sector i en la región r
- x_i^n = Representa la oferta del sector i en la nación n
- x_j^r = Representa la demanda del sector j en la región r
- x_j^n = Representa la demanda del sector j en la nación n

La regla para la determinación de los coeficientes regionales a partir de los nacionales es la misma que en la metodología *LQ*. Según afirma Kuhar *et al.* (2009), cuando $CILQ_i^r < 1$ quiere decir que la proporción de la producción regional de j es mayor a la de i , por lo cual el coeficiente nacional debe multiplicarse por el valor de $CILQ_i^r$. Por otro lado, cuando $CILQ_i^r \geq 1$ quiere decir que la proporción de la producción regional de i es mayor a la de j , por lo que

el coeficiente regional es igual al nacional. Es importante notar que los elementos de la diagonal principal deben ser iguales a 1 para todo $i = j$ (Miller y Blair, 2009).

- d. Cociente semilogarítmico: este cociente se basa en el mismo principio del LQ . Sin embargo, según Miller y Blair 2009. Este cociente se representa en la ecuación 7:

$$SLQ_{ij}^r = \frac{LQ_i^r}{\log_2(1+LQ_j^r)} \quad [7]$$

El objetivo de este cociente es mantener las propiedades del LQ y del $CILQ$. Es importante notar que $SLQ_i^r = LQ_i^r$ cuando $LQ_j^r = 1$. Este cociente puede reescribirse de forma análoga, según la ecuación 8.

$$SLQ_{ij}^r = \frac{\frac{x_i^r/x_i^n}{x_j^r/x_j^n}}{\log_2 \left(1 + \left(\frac{x_i^r/x_i^n}{x_j^r/x_j^n} \right) \right)} \quad [8]$$

3. Hybrid methods: según Hewings y Jensen (1987), esta metodología combina características de los métodos sin y con encuestas, de hecho, a este tipo de procedimientos también se les conoce como métodos de encuestas parciales (Kuhar *et al.* 2009). Por lo general, este tipo de métodos consiste en; partiendo de la construcción de una matriz nacional, se procede a regionalizar sus coeficientes técnicos a través de los métodos sin encuestas y, finalmente, complementar la información con encuestas para proyectar una imagen más cercana a la realidad de la unidad de análisis.

Conclusiones

Los MEGCE son poderosas herramientas para el análisis de los efectos *ex ante* y *ex post* producidos por las decisiones de políticas públicas, por esta razón es importante entender su funcionamiento, desde el punto de vista teórico hasta el abstracto. La mayor dificultad que puede presentarse al momento de construir un modelo de este tipo es la escasez de información relacionada con la unidad de análisis, lo cual es un gran obstáculo para la construcción de la MCSR, tal y como sucede en Colombia. En las secciones anteriores se hizo énfasis en las bondades de la estructura a través de la recopilación de las MIPR y su integración con las diversas fuentes de información del Sistema de Cuentas Nacionales. Dicha metodología produce resultados menos sesgados en comparación de aquella que desagrega las MCS nacionales y las ajusta para obtener la matriz regional Miller y Blair (2009).

Las aplicaciones de MEGCE y la construcción de MCSR en Colombia son muy pocas debido a la escasez de información relacionada con los departamentos y municipios. Si bien, el DANE presenta información de cuentas regionales y departamentales, estas proveen una imagen muy agregada sobre la dinámica en dichas unidades de análisis, lo que obliga a los

investigadores a adoptar una serie de supuestos, los cuales pueden ser muy restrictivos. Por esta razón se espera que este documento constituya un eslabón para la masificación de este tipo de herramientas, con el objetivo de evaluar las decisiones de políticas públicas en escenarios regionales. Sin embargo, es necesario continuar con esta labor investigativa, tal y como afirman Karlsson, Andersson y Norman (2015), la estructura de los MEGC es diferente para cada una de las unidades de análisis y, por supuesto, según el objetivo de la investigación. Además, las metodologías teóricas, en la mayoría de los casos, no suelen acoplarse en su totalidad a la dinámica económica de la unidad de análisis debido a la cantidad de agentes, donde cada uno presenta un comportamiento diferente, lo cual dificulta la agregación de las instituciones dentro del modelo.

Referencias bibliográficas

- Breisinger, C., Thomas, M. y Thurlow, J. (2009). *Social Accounting Matrices and Multiplier Analysis: An Introduction with Exercises*. Volumen 5. Washington DC, Estados Unidos: International Food Policy Research Institute.
- Bonfiglio, A. (2005). *Can Non-Survey Methods Substitute for Survey-Based Models? A Performance Analysis of Indirect Techniques of Estimating I-O Coefficients and Multipliers*. Università politecnica delle Marche. Recuperado de <http://docs.dises.univpm.it/web/quaderni/pdf/230.pdf>
- Burfisher, M (2011). *Introduction to Computable General Equilibrium Models*. Cambridge University Press.
- Bussolo, M. y Correa, R. (1998). A 1994 Detailed Social Accounting Matrix for Colombia. Rn *Documentos de Trabajo*, No. 10, Fedesarrollo.
- Castro, R. (2010). Construcción de una matriz de contabilidad social de Bogotá 2006 y estimación de parámetros. *Cuadernos de Desarrollo Económico*, 2, 1-66.
- Cardenete, M. A., y Sancho, F. (2003). An Applied General Equilibrium Model to Assess the Impact of National Tax Changes on a Regional Economy. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 15(1), 55–65. https://doi.org/10.1142/9789812707116_0004
- Céspedes, E., Quintero, N., Hernández, G., Piraquive, G. y Ramos, J. (2011). Una mirada a la economía informal. *Archivos De Economía, Dirección de Estudios Económicos*, 383. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/383.pdf>
- Cicowiez, M. y Di Gresia, L. (2004). Equilibrio general computado: Descripción de la metodología. *Serie Trabajos Docentes*.
- Cordi, A. (1988). La Matriz de Contabilidad Social-Deducción de los Multiplicadores de Contabilidad y su aplicación al caso colombiano en 1985. *Revista de Planeación y Desarrollo*, 20(1y2), 80-119.
- Corredor, D. y Pardo, O. (2008). Matrices de Contabilidad social 2003, 2004 y 2005 para Colombia. *Archivos de Economía*, 339.
- Czamanski, S. (1973). *Regional and Interregional Social Accounting*. Lexington Books, Lexington, Mass.

- DANE (2005). Documento metodológico de la Matriz de Contabilidad Social (MCS). Inf. téc. Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE). Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia_matriz_contabilidad_social.pdf
- Dixon, P. B., Rimmer, M. T. and Tsigas, M. E. (2007). *Regionalising Results from a Detailed CGE Model: Macro, Industry and State Effects in The U.S. Of Removing Major Tariffs and Quotas*. Papers in Regional Science, 86: 31–55. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2006.00101.x>
- Doi, M. (2006). *Computable General Equilibrium Approaches in Urban and Regional Policy Studies*. Singapore and Hackensack, N.J.: World Scientific, 2006, pp. ix, 412.
- Erdogan, E. (2011). *Multiregional Social Accounting Matrix and Multiplier Analysis: an Application for Turkish Economy*. Tesis doct. Middle East Technical University.
- Giesecke, J. A., y Madden, J. R. (2013). Chapter 7 - *Regional Computable General Equilibrium Modeling*. *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*. 1, 379-475. <http://doi.org/10.1016/B978-0-444-59568-3.00007-9>
- Haddad, E.A., Bonet, J., Hewings, G.J.D. y Perobelli, F.S. (2009). Spatial Aspects of Trade Liberalization in Colombia: A General Equilibrium Approach. *Papers in Regional Science*, 88, 699–732. <http://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2009.00268.x>
- Hernández, G. (2003). Construcción de una matriz de contabilidad social financiera para Colombia. *Archivos de Economía*, 223, 1-47.
- Hernández, G. (2012). Matrices Insumo-Producto y análisis de multiplicadores: Una aplicación para Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 13(26), 203–221.
- Hernández, G., Ramírez, J. M., y Zuur, A. (2016). Una Matriz de Contabilidad Social para el sector rural colombiano. Recuperado de [https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/visorPDF%20\(14\).pdf](https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/visorPDF%20(14).pdf)
- Hewings, G. J. D., y Jensen, R. C. (1987). Chapter 8 Regional, interregional and multiregional input-output analysis. *Handbook of Regional and Urban Economics*, 1, 295–355. [https://doi.org/10.1016/S1574-0080\(00\)80011-5](https://doi.org/10.1016/S1574-0080(00)80011-5)
- Holland, D. (2010). What Happens when Exports Expand: Some Ideas for Closure of Regional Computable General Equilibrium Models. *Annals of Regional Science*, 45(2), 439–451. <https://doi.org/10.1007/s00168-009-0311-x>
- Hosoe, N., Gasawa, K., y Hashimoto, H. (2010). Textbook of Computable General Equilibrium Modelling: Programming and Simulations. *New York: St Martin's Press, Palgrave Macmillan*, 2010, Pp. Xix, 235, 2-NaN, 235. <https://doi.org/10.1057/9780230281653>
- Ivanova, O. (2013). Modelling Inter-Regional Freight Demand with Input-Output, Gravity and SCGE Methodologies. *Modelling Freight Transport*, pp. 13–42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410400-6.00002-1>
- Karlsson, C., Andersson, M., y Norman, T. (2015). *Handbook of Research Methods and Applications in Economic Geography*. Edward Elgar Publishing.

- Khan, H. A., y Thorbecke, E. (1989). Macroeconomic Effects of Technology Choice: Multiplier and Structural Path Analysis within a SAM Framework. *Journal of Policy Modeling*, 11(1), 131–156. [https://doi.org/10.1016/0161-8938\(89\)90028-8](https://doi.org/10.1016/0161-8938(89)90028-8)
- Kuhar, A., Kuhar, A., Erjave, E., Kozar, M. y Cör, T. (2009). *Regionalisation of the Social Accounting Matrix—Methodological Review*. Common Agricultural Policy Regional Impact—The Rural Development Dimension Collaborative Project—Small to Medium-Scale Focused Research Project under the Seventh Framework Programme Project, 226195. Recuperado de <http://www.ilr.uni-bonn.de/agpo/rsrch/capri-rd/docs/d2.2.1.pdf>
- Leontief, W. (1986). *Input - Output Economics*. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Li, J. (2008). *The Financial Social Accounting Matrix for China, 2002, and Its Application to a Multiplier Analysis*. Forum of International Development Studies. 36, 215–239. Recuperado de https://mpra.ub.uni-muenchen.de/8174/1/MPRA_paper_8174.pdf
- Madden, J. y Giesecke, J (1999). *A Review of Two Decades of Large-scale Multiregional CGE modelling in Australia*. 46th Meeting of the North American Regional Science Association, November, 32.
- Mas-Colell, A., Whinston, M. D. y Green, J. R. (1995). Microeconomic Theory. *The Canadian Journal of Economics*.
- Miller, R. E. y Blair, P. D. (2009). Input - Output Analysis: Foundations and Extensions. *Cambridge University Press*, 784. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626982>
- Miyagi, T. (1996). Symposium: Recent Developments in Multiregional General Equilibrium Modelling: Economic-Transportation Interaction Models. *Studies in Regional Science* 27.1, 213–227. <https://doi.org/10.2457/srs.27.213>
- Monsalve, S. (1999). *Introducción a los conceptos de equilibrio en economía*. Universidad Nacional de Colombia.
- Narayan, P. K. (2003). The Macroeconomic Impact of the IMF Recommended VAT Policy for the Fiji Economy: Evidence from a CGE Model. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 15(3), 226–236. <https://doi.org/10.1111/j.1467-940X.2003.00074.x>
- Partridge, M. D. y Rickman, D. S. (2010). Computable General Equilibrium (CGE) Modelling for Regional Economic Development Analysis. *Regional Studies*, 44(10), 1311–1328. <https://doi.org/10.1080/00343400701654236>
- Pullen, M. J. y Proops, J. L. R. (1983). The North Staffordshire Regional Economy: An Input-Output Assessment. *Regional Studies*, 17(3), 191–200. <https://doi.org/10.1080/09595238300185191>
- Pyatt, G. y Round, J. I. (1977). Social Accounting Matrices for Development Planning. *Review of Income and Wealth*, 23(4), 339–364. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.1977.tb00022.x>

- Ramírez, M., Yepes, F. y Karl, C. (2012). Construcción de una matriz de contabilidad social para el análisis de políticas de seguridad social en salud. *Borradores de Investigación: Serie documentos economía*, ISSN 0124-4396, No. 89 (febrero de 2006)
- Richardson, Harry W. (1985). Input-Output and Economic Base Multipliers: Looking Backward and Forward. *Journal of Regional Science* 25 (4). DOI: 10.1111/j.1467-9787.1985.tb00325.x/abstract
- Sato, T. y Hino, S. (2005). A Spatial CGE Analysis of Road Pricing in The Tokyo Metropolitan Area. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 6, 608-623.
- Seung, C. K., y Kraybill, D. S. (1999). Tax incentives in an economy with public goods. *Growth and Change*, 30(1), 128-147.
- Shoven, J., y Whalley, J. (1984). Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey. *Journal of Economic Literature*, 22(3), 1007-1051.
- Smith, P. y Morrison, W. (1974). Nonsurvey Input-Output Techniques at The Small Area Level: An Evaluation. *Journal of Regional Science*, 14 (1). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1974.tb00425.x>
- Stevens, B. H. y Trainer, G. A. (1980). Error Generation in Regional Input-Output Analysis and Its Implications for Non-Survey Models. *Economic Impact Analysis: Methodology and Applications*, pp. 68-84. Springer Netherlands.
- Swanson, M. J., Morse, G. W. y Westernen, K. I. (1999). Regional Purchase Coefficients Estimates from Value-Added Tax Data. *Journal of Regional Analysis and Policy*. Recuperado de <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0033278053&partnerID=40&ym-d5=f20535ec3998267ca3a71b027b64edfa>
- Ten Raa, T. (2006). *The Economics of Input-Output Analysis*. Cambridge University Press.
- Thorbecke, E. (2000). The use of social accounting matrices in modeling. In *26th general conference of the international association for research in income and wealth Cracow, Poland*, volume 27.
- Valencia, A. y Alviar, M. (2013). Un modelo de equilibrio general regional para Antioquia. *Perfil de Coyuntura Económica*, 21, 105-137.
- Von Thünen, J. (2009). *The Isolated State in Relation to Agriculture and Political Economy: Part III: Principles for The Determination of Rent, The Most Advantageous Rotation Period and The Value of Stands of Varying Age in Pinewoods*. Springer.
- Weeks, E. y Seyfried, W. (1969, July). THE WASHINGTON REGIONAL INPUT-OUTPUT PROGRAM. In *Proceedings, Annual Meeting (Western Agricultural Economics Association)* (Vol. 42, pp. 275-283). Western Agricultural Economics Association.