

MATRIZ DE INSUMO PRODUCTO DE LA ECONOMÍA DE COLOMBIA: DETECCIÓN DE EFECTOS MULTIPLICADORES Y DETERMINACIÓN DE FLUJOS INTERSECTORIALES MÁS RELEVANTES

EDGAR DAVID GAYTÁN ALFARO

Universidad Autónoma de Zacatecas | México.
davidgaytan81@gmail.com

JUANITA DEL PILAR RIAÑO ANGEL

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla | México
juanitangel24@gmail.com.

PALABRAS CLAVE:

Economía de Colombia
Matriz insumo-producto
Efectos multiplicadores
Flujos intersectoriales

RESUMEN:

El objetivo de la presente investigación es detectar los efectos multiplicadores, así como la intensidad de flujos comerciales más relevantes entre las ramas de actividad de la economía colombiana. Para ello, se emplea como herramienta de análisis la Matriz Insumo-Producto (MIP) para el año 2010. Los resultados muestran que entre las actividades que presentan alto encadenamiento hacia adelante y hacia atrás, se encuentran las ramas de sustancias y productos químicos, productos de caucho y plástico, y equipo de transporte. En cuanto a las actividades que presentan mayores flujos intersectoriales sobresale el comercio, seguido de los flujos relacionados con administración pública y defensa.

INPUT-OUTPUT OF THE ECONOMY OF COLOMBIA: DETECTION MULTIPLIER EFFECTS AND DETERMINATION OF MOST IMPORTANT INTERSECTORAL FLOWS

ABSTRACT:

The objective of this research is to detect the multiplier effects, as well as the intensity of relevant trade flows between the industries of the Colombian economy. For this, is used as an analysis tool the Input-Output Matrix (MIP) for 2010. The results show that among the activities at high forward chaining and backward are chemicals and chemical products, rubber and plastic products, and transport equipment. Regarding the activities that have higher intersectoral flows stands trade, followed by flows related to public administration and defense.

KEYWORDS:

Economy of Colombia
Input-output matrix
Multiplier effects
Intersectoral flows

ENTRÉES-SORTIES DE L'ÉCONOMIE DE LA COLOMBIE: DÉTECTION EFFETS MULTIPLICATEURS ET DÉTERMINATION DE LA PLUPART DES FLUX INTERSECTORIELS IMPORTANTES

MOTS-CLÉS:

L'économie de la
Colombie
Des effets
multiplicateurs

RÉSUMÉ:

L'objectif de cette recherche est de détecter les effets multiplicateurs, ainsi que l'intensité des échanges pertinents entre les secteurs de l'économie colombienne. Pour ce faire, il est utilisé comme un outil d'analyse d'entrées-sorties (MIP) pour 2010. Les résultats montrent

D'entrées-sorties
Les flux intersectoriels

que parmi les activités à haute chaîne avant et arrière branches sont des substances et produits chimiques, équipement de produits en caoutchouc et en plastique, et les transports. En ce qui concerne les activités qui ont cross élevés se dresse flux commerciaux, suivis par les flux liés à l'administration publique et de la défense.

INTRODUCCIÓN

La MIP como herramienta de análisis económico ha sido ampliamente utilizada en el análisis regional (Bonet, 2000), principalmente debido a que por medio de ella es posible identificar y cuantificar los efectos de arrastre hacia atrás y/o hacia delante que realiza una rama de actividad como productor y a su vez como comprador de insumos, destacando el hecho de que no todas las actividades económicas tienen igual capacidad para impulsar efectos sobre otras actividades (Hirschman, 1958). El presente documento incluye además, la posibilidad de identificar los flujos intersectoriales por medio de la matriz de coeficientes de comercio derivada del tratamiento de la MIP.

Francois Quesnay en 1758 fue quien planteó en la *Tableau Economique* el concepto de relaciones intersectoriales, pero fue hasta finales de la década de 1930 que Wassily Leontief formalizó la técnica, apoyado principalmente en la propuesta de la teoría de equilibrio general de Leon Walras planteada en 1874, en donde se proponía el análisis de la cantidad de factores requeridos para producir una unidad de producto, por medio de coeficientes de producción (Bonet, 2000).

En Colombia la realización de la MIP se han concentrado a nivel nacional, entre los intentos de realización se encuentra el modelo keynesiano simple desarrollado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el modelo *Schematic Social Accounting Matrix* (SAM) desarrollado por Fedesarrollo (Bonet, 2000) y la MIP realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para los años 2005 y 2010. A nivel regional la MIP se ha desarrollado para Bogotá D.C., para los departamentos de Cundinamarca y el Valle del Cauca, y para la región Caribe (DANE, 2012).

Entre los documentos de trabajo que se han realizado en torno al tema, se encuentra el desarrollado por Bonet (2000), cuyo objetivo fue presentar y explicar el modelo insumo-producto, y estimar los multiplicadores parciales y totales de producción, empleo e ingreso para la región del Caribe. Los resultados arrojan que referente a la producción, los mayores efectos multiplicadores se encuentran en la agricultura, en cuanto a empleo el mayor efecto lo otorga la industria manufacturera, y en relación al ingreso es el sector de servicios el más significativo.

En 2009 Banguero *et.al.* por medio de la MIP regional para el departamento del Valle del Cauca, analizan los impactos sobre el aparato productivo regional ante cambios en los componentes de la demanda final y el valor agregado. Los impactos son simulados por medio de la utilización del modelo clásico de Leontief. Además del análisis de impactos, se analiza la interdependencia sectorial, en donde los sectores clasificados como claves, es decir los que tienen mayor número de eslabonamientos hacia delante y hacia atrás, son los que en el análisis de impacto presentan mayores variaciones. Los autores detectan sectores como el de servicios de no mercado, construcción, papel e imprenta, productos químicos y comercio,

como aquellos sectores que se deben monitorear para conocer el comportamiento económico y dinamizar la producción del departamento.

Por su parte, Hernández (2012) calcula los coeficientes insumo-producto y con ellos realiza un análisis de encadenamientos y multiplicadores entre los sectores de la economía colombiana utilizando la MIP de 2005. Se encuentra que la economía presenta fuertes encadenamientos entre sectores; destacando que los sectores de petróleo, químicos, plásticos, electricidad y gas, transporte y comunicaciones, tienen gran influencia en la demanda y la oferta de los demás. Adicionalmente, se evidencia que sectores como obras civiles, otros servicios y, químicos y plásticos son los sectores generadores de mayor empleo.

El documento se compone de cinco apartados. En el primero se lleva a cabo la explicación de la estructura sectorial por medio de la descripción participativa del país; en el segundo apartado se realiza la exposición metodológica general de la MIP; en seguida, se presenta la aplicación de la herramienta así como los resultados obtenidos; y por último, se formulan las conclusiones.

ASPECTOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE COLOMBIA

Thoumi (1983) analiza el crecimiento económico regional y urbano en Colombia para el período 1960-1975. Del estudio se obtiene que la distribución de la industria y el transporte son las más estables en la distribución sectorial del valor agregado. Además, detecta que existe un patrón de concentración bajo y estable para la agricultura, al contrario de la distribución regional de la caza y la pesca; silvicultura, minería y construcción, debido a los cambios en las políticas de gobierno. De igual forma sucede para sectores como la construcción, comunicaciones, finanzas, alquileres de vivienda, servicios personales y servicios gubernamentales.

Bonet (1999) por medio de la realización del análisis *shift-share* para los años 1980 y 1996, detecta que los sectores menos dinámicos fueron el agropecuario y el industrial, acompañados por el sector del comercio, el transporte, los servicios personales y los servicios domésticos; y entre los sectores más dinámicos se encuentran la minería, el financiero y los servicios de gobierno, electricidad, gas y agua, la construcción y las obras públicas y, las comunicaciones y el alquiler de vivienda.

Por su parte, el DANE bajo la directriz del SCN 2008 y la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIU), elabora las cuentas nacionales aglomerando la estructura productiva del país en 61 ramas de actividad que el organismo agrupa, a su vez, en 9 grandes ramas. A continuación se realiza una breve descripción¹ del comportamiento de las grandes ramas durante el periodo 2000-2013.²

La gran rama más importante para la economía colombiana es constituida por los establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas. Es la más importante puesto que su contribución promedio a la generación de PIB es la más alta, siendo en promedio de 19.32%; además, durante el periodo se registra un crecimiento constante de la rama, con variaciones entre 1% y 7% (variaciones no negativas), su

¹ Los datos utilizados para la descripción han sido obtenidos de las cuentas nacionales trimestrales realizadas por el DANE, subdivisión PIB por ramas de actividad económica, a precios constantes, con series desestacionalizadas y revisadas a diciembre 15 de 2014.

² Periodo acotado según disposición de información.

Edgar David Gaytán Alfaro; Juanita del Pilar Riaño Angel. Matriz de insumo producto de la economía de Colombia: detección de efectos multiplicadores y determinación de flujos intersectoriales más relevantes.

Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium,

Ituiutaba, v. 6, n. 2, p. 49-66, jul./dez. 2015.

Página | 51

crecimiento se ve afectado desde 2007 hasta 2010, de ese año en adelante registra tasas positivas y crecientes. Dentro de la rama, las actividades inmobiliarias y el alquiler de vivienda son las de mayor aportación.

La segunda gran rama de mayor contribución al crecimiento de la economía es la constituida por las actividades de servicios sociales, comunales y personales. La variación durante el periodo se encuentra en el rango de 1% a 5% sin variaciones negativas, la contribución al PIB es del 15.8% en promedio, con un aporte de 75.248 mil millones de pesos en 2013. Y las actividades de mayor aporte a la rama lo constituyen la administración pública y defensa, seguridad social de afiliación obligatoria y la educación de no mercado.

En tercer lugar se encuentra la gran rama de la industria manufacturera. A diferencia de las ramas anteriores el comportamiento de la manufactura en Colombia ha sido inestable, puesto que su intervalo de variabilidad se encuentra entre -4% y +8%, su contribución a la generación de valor ha sido en promedio de 49.596 mil millones de pesos, con límite inferior de 38.685 y superior de 56.848 mil millones de pesos en 2000 y 2011 respectivamente. Además, constituye una de las ramas que a lo largo del periodo registra disminución progresiva en la contribución al PIB, siendo está del 14.2% en 2007 pero del 11.4% en 2013, registrando así, un promedio de participación del 13.35%. Dentro de la rama, la fabricación de productos de refinación del petróleo y combustible nuclear, y la fabricación de sustancias y productos químicos; constituyen las actividades más importantes.

En seguida se encuentra la gran rama de comercio, reparación, restaurantes y hoteles. Su contribución al PIB es en promedio del 11.9%, su producción al igual que la primera rama expuesta, se vio afectada en el periodo de tiempo comprendido entre 2007 y 2009, a pesar de ello registra variaciones de crecimiento entre 0 y 8%. En general, se evidencia crecimiento positivo y creciente a lo largo del periodo, donde la actividad con mayor participación dentro de la rama es el comercio.

En quinto lugar se encuentra la gran rama constituida por las actividades de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca. Su comportamiento ha sido constante a lo largo del periodo, su producción promedio ha sido de 26.597 mil millones de pesos, con variaciones entre -1% y 5%, y su contribución promedio a la generación de producto ha sido del 7.22%. La actividad que más aporta a la rama es el cultivo de otros productos agrícolas, que incluye toda la producción agrícola a excepción del café. Se resalta que al igual que la rama de industria manufacturera, esta actividad ha disminuido su contribución al PIB desde el 2008.

A continuación se expone la gran rama de actividad correspondiente al transporte, almacenamiento y comunicaciones. El valor generado por esta actividad se ha duplicado durante el periodo, puesto que paso de suscitar 18.102 mil millones de pesos en el 2000 a 36.339 mil millones de pesos de valor agregado en 2013. Presenta una tendencia ascendente de crecimiento, al igual que su contribución a la generación de valor agregado. La actividad más importante dentro de la rama es representada por el transporte por vía terrestre y, correo y comunicaciones.

Con una contribución al crecimiento similar a la rama anterior, se encuentra la explotación de minas y canteras. La producción de la rama ha presentado crecimiento gradual y no se exhiben variaciones negativas desde el año 2004; sin embargo es el sector con mayor variabilidad en la producción (entre -9% y 15%) durante el periodo de análisis. Su aporte asciende en el 2013 ha un valor de 38.119 mil millones de pesos, con una contribución del 7.73% al PIB, siendo este el mayor valor registrado. Las actividades de extracción de

petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio, constituyen las de mayor importancia dentro de la rama.

La octava gran rama que hace parte de la estructura productiva de Colombia es la construcción, que ha casi triplicado su valor agregado representado en el 2000 por 12.323 mil millones de pesos a 34.020 mil millones de pesos en el 2013 y, con participación dentro del PIB de 4.3% y 6.9% respectivamente; además, omitiendo el periodo de 2008 a 2010, ha presentado variaciones positivas en su crecimiento entre el 6 y el 13%. Dentro de la rama es la actividad de la construcción de obras civiles quien juega un rol importante.

Y por último se encuentra la rama que abarca el suministro de electricidad, gas y agua. Registra aumentos continuos en la generación de valor agregado a lo largo del periodo estudiado, su contribución al aumento del PIB es en promedio del 3.88%, pero con disminuciones en su participación desde el 2008, esto debido principalmente al crecimiento de otras ramas. La generación, captación y distribución de energía eléctrica constituye la actividad con mayor aporte a la rama.

METODOLOGÍA

El modelo insumo - producto "...presenta en forma matricial el equilibrio sectorial entre la oferta y la utilización de los bienes y servicios utilizados en el proceso productivo de cada rama de actividad, es una descripción sintética de la economía de un país" (Hernández, 2012, p. 204).

La técnica otorga las herramientas para construir sistemas de información que reflejan la composición estructural de la economía³ objeto de estudio, así como sus tendencias y cambios a lo largo del tiempo. De hecho, la MIP ofrece una amplia gama de posibilidades para el análisis económico, de los cuales se destacan: el análisis estructural, la simulación y evaluación de impactos, y la proyección (Taracón, 2003).

La MIP involucra tanto la compra de insumos, es decir, la estructura de costos de cada rama de actividad (vista en forma de columna), como las ventas realizadas en cada rama, es decir, la estructura de destino (vista en forma de filas). De igual forma, es posible dividir la MIP en tres submatrices (Hernández, 2012): la primera contiene la demanda intermedia, donde se resume la actividad intermedia de la economía por medio de flujos de compras y el flujo de ventas entre ramas. En seguida se encuentra la submatriz que refleja el valor agregado, se muestran los pagos sectoriales al capital (calculado como excedente bruto de exportación) y al trabajo (pago de salarios) necesarios para suscitar el proceso de producción, incluye además los impuestos menos los subsidios a la producción. Y por último, está la submatriz de demanda final, esta expone el consumo de los hogares, el consumo público, la inversión y la variación de existencias.⁴ El cuadro 1 refleja una síntesis de lo anteriormente dicho.

³ El modelo no solo plasma flujos intersectoriales sino que al incluir la participación del gobierno, las familias y el sector externo, otorga la oportunidad de realizar variedad de descripciones, por ejemplo: la composición del valor agregado de los productos, análisis de precios, cantidad de factores para la producción de determinado sector, participación de salarios y ganancias en el producto, variación de los precios ante cambios en los salarios y ganancias, entre otros (Hernández, 2012).

⁴ Schunschny (2005), sin embargo, añade un cuarta submatriz correspondiente a la oferta.

Edgar David Gaytán Alfaro; Juanita del Pilar Riaño Angel. Matriz de insumo producto de la economía de Colombia: detección de efectos multiplicadores y determinación de flujos intersectoriales más relevantes.

Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium,

Ituiutaba, v. 6, n. 2, p. 49-66, jul./dez. 2015.

Página | 53

Cuadro 1 - Esquema matriz insumo-producto

		Utilizaciones	
Producción		Matriz consumo intermedio de origen nacional.	Vector de demanda final de productos de origen nacional.
		Vector de consumo intermedio de origen importado.	Vectores de demanda final de productos de origen importado.
		Cuenta de generación del ingreso.	

Fuente: Adaptación DANE (2012, p.10).

Aunado, el modelo de insumo producto está representado por una matriz simétrica en el sentido de Leontief, es decir la matriz tanto en sus filas como en sus columnas utiliza las mismas unidades de medición (Hernández, 2012).

Hernández, 2007; Lora, 2008 y Hernández 2012; señalan que el modelo como representación simplificada de la realidad, requiere el cumplimiento de los siguientes supuestos que constituyen a su vez sus limitantes: (1) homogeneidad sectorial, lo cual requiere que cada una de las ramas de actividad tenga una producción primaria o característica, exigiendo rigurosidad al supuesto, cada establecimiento en cada una de las ramas debe producir un solo producto con la misma estructura de insumos. (2) “Invarianza de los precios relativos, es decir, insumos o productos iguales tienen precios de valoración iguales para todos los productores”⁵ (Hernández, 2012, p. 206), este supuesto debe mantenerse siempre y cuando no hayan cambios importantes en la estructura de precios o en el nivel tecnológico. (3) Los insumos y factores deben variar proporcionalmente con el volumen de producción, lo que implica trabajar bajo rendimientos constantes de escala y estricto cumplimiento del supuesto (2). (4) El efecto total de la producción en varias ramas de actividad es igual a la sumatoria de diferentes efectos sobre la producción de cada una de las ramas, este supuesto de aditividad, conduce a un estado de equilibrio. A pesar de los supuestos y por ende limitaciones de la MIP, es posible deducir que sus ventajas son superiores a sus limitaciones, deduciendo así, su importancia como instrumento de estudio económico.

La representación matemática del modelo insumo producto describe identidades básicas que reflejan, por una parte, el destino de la producción de cada rama de actividad, y por la otra, el uso que se hace de dicha producción (Schuschny, 2005). Cabe resaltar, que la producción de cada rama puede ser vendida en el mercado de productos intermedios, es decir, a otra rama del entretejido productivo, o bien como producto final.

De esta forma, el nivel de producto se representa como el destino de la producción, descrito en la identidad (1):

$$X_i = X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + C_i + I_i + G_i + Z_i + E_i \quad (1)$$

Donde, X_i es el valor de la producción doméstica de i -ésima rama; X_{ij} es el valor de la producción doméstica que la i -ésima rama le vende a la j -ésima rama; C_i es el valor de la

⁵ El supuesto de invarianza de precios relativos implica que la cantidad de insumos utilizados no dependen de los precios, lo cual es ilógico por principio microeconómico, puesto que a mayores precios se tenderá a sustituir el producto. Sin embargo, el supuesto se sostiene con el fin de simplificar el cálculo matemático.

Edgar David Gaytán Alfaro; Juanita del Pilar Riaño Angel. Matriz de insumo producto de la economía de Colombia: detección de efectos multiplicadores y determinación de flujos intersectoriales más relevantes.

Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Ituiutaba, v. 6, n. 2, p. 49-66, jul./dez. 2015.

producción doméstica que la *i*-ésima rama vende como bien de consumo a las familias residentes nacionales; I_i se refiere a la formación bruta de capital fijo, es decir, el valor de la producción doméstica que la *i*-ésima rama vende como bien de inversión a los empresarios residentes; G_i es el valor de la producción doméstica de la *i*-ésima rama vendida al sector público; Z_i es el valor neto de la producción doméstica de la *i*-ésima rama destinado a los inventarios; y por último, E_i es el valor de las exportaciones que realiza en la *i*-ésima rama. Es posible reducir la identidad (1) en la identidad (2) puesto que en la identidad (1) intervienen dos mercados: X_{ij} y Y_i , donde Y_i estaría representado por $C_i + I_i + G_i + Z_i + E$

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

Por su parte, la identidad que describe la utilización de insumos, así como los pagos requeridos para generar producción, está representado por la siguiente identidad:

$$X_j = X_{ij} + \dots + X_{nj} + M_{ij} + \dots + M_{nj} + S_j + B_j + A_j + (T_j - Sb_j) \quad 1 \leq j \leq n \quad (3)$$

Donde, X_j es el valor de la producción de la *j*-ésima rama; X_{ij} es el valor de la producción que la *j*-ésima rama le compra a la *i*-ésima rama; M_{ij} es el valor de las importaciones de insumos intermedios de *i*, que compra *j*; S_j son los costos en salarios, remuneraciones y seguridad social pagados por la *j*-ésimo rama; B_j son los beneficios y excedentes de explotación de la *j*-ésima rama; A_j son las amortizaciones y el consumo de capital fijo (depreciación) de la *j*-ésima rama; T_j son los impuestos pagados por la *j*-ésima rama; y Sb_j son los subsidios recibidos por la *j*-ésima rama.

Y al igual que la identidad (1), la identidad (3) también se puede organizar en componentes:

$$X_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} + \sum_{i=1}^n M_{ij} + VAB_j \quad (4)$$

El primer componente corresponde a la sumatoria de X_{ij} referente a las compras entre ramas y que constituyen el uso de insumos intermedios; el segundo componente corresponde al uso de insumos primarios representado por la sumatoria de M_{ij} ; y el tercer componente es VAB_j representado por la sumatoria de los siguientes componentes: $S_j + B_j + A_j + T_j - Sb_j$, el cual corresponde al valor de la producción de la *j*-ésima rama menos las compras de bienes intermedios.

Las identidades presentadas se expresan de forma matricial como sigue:

$$x = H\vec{1} + M\vec{1} + v \quad (5)$$

Dónde: x es el vector columna con elementos X_i ; H es la matriz cuyos elementos son X_{ij} ; M es la matriz de consumo intermedio de bienes importados; y V es el vector columna que reúne a los elementos que componen VAB_j .

Adicionalmente, de forma algebraica el equilibrio se representa como sigue:

$$X_{n1} + \dots + X_{nm} + Y_n = X_{1n} + \dots + X_{mn} + VAB_N + M_{1n} + \dots + M_{mn} \quad (6)$$

Es habitual que la MIP realizada por los departamentos de estadística, se encuentren en precios básicos⁶ debido a que otorga la posibilidad de obtener coeficientes técnicos más puros y por ende, resultados más explícitos en el momento de realizar el análisis económico (Naciones Unidas, 2000).

Hasta el momento se ha hecho la descripción de la estructura de la MIP, sin embargo, se requiere exponer su contribución al análisis económico. De ahí que, el primer elemento a analizar corresponde al cálculo de los coeficientes técnicos, no obstante, estos están permeados por la limitación de considerar una función de producción lineal que implica la existencia de coeficientes técnicos constantes durante el período de análisis, esto significa que, el nivel de producción de la i -ésima rama vende a la j -ésima rama, es una proporción constante del nivel de producción de la rama j , esto es:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad \text{con} \quad 1 \leq i \leq n \quad \text{y} \quad 1 \leq j \leq n \quad (7)$$

Donde a_{ij} muestra los coeficientes técnicos de producción que, como se observa, significa que la productividad marginal de cada factor es en sí representado por su productividad media, lo que ratifica el supuesto de rendimientos constantes a escala. Los elementos obtenidos de la ecuación (7) conforman la matriz A de coeficientes técnicos, de la siguiente forma:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Y siguiendo la identidad expresada en (6), se definen los vectores de producción total (X) y de demanda final (Y):

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

⁶ Los precios básicos representan el valor de venta de un bien o servicio, menos impuestos más subsidios y sin incluir costos de transporte.

En consecuencia se obtiene: $AX + Y = X$ o lo que es igual $Y = X - AX \Rightarrow Y = (I - A)X$, expresión que da lugar a la conformación del modelo abierto de Leontief:

$$(I - A)^{-1}Y = X \quad (8)$$

En (8) la expresión $(I - A)^{-1}$ representa la matriz inversa de Leontief o de requerimientos totales, en otras palabras, la cantidad de producción que debería realizar la rama i para satisfacer, *ceteris paribus*, una unidad de demanda final neta del producto de la j -ésima rama. Por consiguiente, la matriz inversa de Leontief cuantifica los efectos multiplicativos, debido a que el incremento o disminución de la demanda final de una rama no sólo afecta a la rama involucrada sino a todas las actividades económicas que operan como proveedoras de está.

APLICACIONES Y RESULTADOS

Derivado de los flujos intersectoriales contenidos en la MIP-Colombia es posible detectar la preponderancia de sus actividades económicas en función de sus efectos multiplicadores. De esta manera es posible percibir la intensidad de los encadenamientos productivos como la interacción multisectorial tanto para proveer de insumos como para hacer uso de ellos. Con los multiplicadores se analizan impactos que la demanda final ocasiona sobre el tejido productivo de una economía a partir de los encadenamientos existentes entre sus diferentes actividades (Gaytán, 2013).

Siguiendo a Dávila (2002), el criterio de clasificación de los multiplicadores es el siguiente:

Multiplicadores directos

- Hacia atrás: miden el requerimiento de insumos de un sector para que éste pueda llevar a cabo un incremento en una unidad en su valor bruto de producción. Este indicador se calcula de la siguiente forma:

$$D_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{i,j}}{X_j} = \sum_{i=1}^n r_{i,j} \quad (9)$$

Donde:
 $x_{i,j}$ = Valor de las ventas intermedias del sector "i" al "j".
 X_j = Valor bruto de la producción del sector "j" (por columna).

- Hacia delante: indican la proporción del Valor Bruto de la Producción (VBP) de cada sector de la MIP que se destina a cubrir la demanda intermedia nacional, es decir, se

mide la parte de la producción de un sector que se utiliza para abastecerse a sí mismo y a otros sectores. Se calcula:

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{i,j}}{X_i} = \sum_{i=1}^n r_{i,j} \quad (10)$$

Que, como se puede apreciar, es básicamente la misma expresión de (9). En este caso, el numerador implica una división por el VBP de cada subsector por renglón.

Multiplicadores directos-indirectos

- Hacia atrás: miden la capacidad de una actividad de provocar o arrastrar al desarrollo de otras, dado que utiliza insumos procedentes de éstas. Se calculan:

$$L_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (11)$$

Donde: l_{ij} = *Coeficientes de la matriz inversa de Leontief*

- Hacia delante: se presentan cuando una actividad ofrece determinado producto que resulta ser el insumo de otro sector, que a su vez opera como estímulo para un tercer sector.

$$L_i = \sum_{j=1}^n l_{ij} \quad (12)$$

Dicho en otros términos estos multiplicadores se calculan sumando por columnas la matriz inversa de Leontief para el caso de los multiplicadores hacia atrás. Por su parte, los multiplicadores hacia delante resultan de sumar por renglones la ya referida matriz inversa.

Multiplicadores ponderados

Representan una ampliación del análisis derivado de los multiplicadores directos-indirectos. Por medio de esta técnica es posible detectar a aquellos sectores que se encuentran por encima de la media en cuanto a su capacidad de arrastre, de abastecimiento de insumos o incluso ambas.

- El multiplicador ponderado hacia atrás se calcula de la siguiente forma:

$$V_j = \frac{L_j}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n L_j} \quad (13)$$

- Mientras que la obtención del multiplicador ponderado hacia delante implica:

$$V_i = \frac{L_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i} \quad (14)$$

Obsérvese que, en ambos casos, el cálculo involucra a los multiplicadores directos-indirectos previamente obtenidos con las fórmulas (11) y (12), es decir, a los elementos del tabulador L_i y L_j .

Dada la capacidad de síntesis que ofrecen, particularmente, los multiplicadores ponderados, así como la posibilidad de, mediante los mismos, distinguir entre sectores que destacan por encima del promedio respecto a atributos de impulso y arrastre, en la gráfica 1 se expone la representación de sus resultados. De acuerdo a la clasificación de Chenery-Watanabe las características que presentan cada uno de estos cuadrantes son las siguientes (Fuentes, 2003, p.12).

- Sectores de manufactura de destino intermedio (I). De alto encadenamiento hacia delante y hacia atrás, son fuertes demandantes de insumos intermedios e importantes oferentes de productos intermedios. Constituyen sectores de paso obligado de los flujos sectoriales de la economía regional (sectores clave).
- Sectores de manufactura de destino final (II). Presentan bajo encadenamiento hacia delante y alto encadenamiento hacia atrás. Son sectores que muestran un consumo intermedio elevado, mientras que su oferta de productos irá principalmente hacia los consumidores finales (sectores con fuerte arrastre).
- Sectores de producción primaria de destino intermedio (III). De alto encadenamiento hacia delante y bajo encadenamiento hacia atrás, son sectores cuya demanda de insumos es pequeña y su producción es de destino intermedio, por lo que se inclinan a abastecer de insumos a otros sectores y canalizan una menor parte de producto al mercado como bien final (sectores base).
- Sectores primarios de producción de destino final (IV). Tienen bajo encadenamiento hacia delante y hacia atrás. Son sectores que consumen una cantidad poco significativa de insumos y dedican su producción principalmente a satisfacer la demanda final (sectores independientes).

Las actividades económicas identificadas en cada cuadrante son consistentes con la definición hecha anteriormente. Aunado a su definición, es importante destacar el carácter normativo de los resultados tendientes a la definición de actividades estratégicas. Éste último concepto se hace particularmente evidente entre las actividades económicas localizadas en el cuadrante I. Para el caso específico de la economía colombiana, destacan, en esta definición,

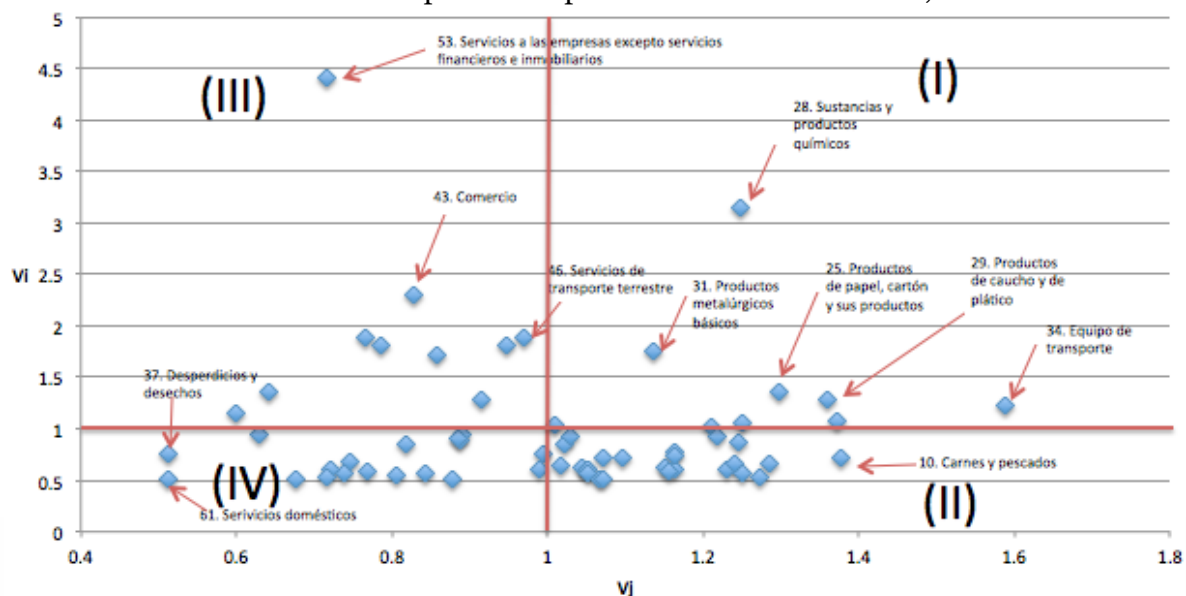
actividades como 28.-Sustancias y productos químicos, 29.- Productos de caucho y plástico, 34.-Equipo de transporte, 25.- Productos de papel, cartón y sus productos así como 31.- Productos metalúrgicos básicos. Al mismo tiempo, las actividades mencionadas pueden comprenderse como de referencia obligada si el objetivo político económico es crear sinergias en el andamiaje productivo del país. Al destacar en su potencial comercializador (como proveedor y demandante de insumos), el crecimiento de los sectores antes referidos detonan un desempeño dinamizador en el resto de la actividad económica.

Por lo que respecta a las actividades con fuerte arrastre, ubicadas en el cuadrante II destaca la 10.-Carnes y pescados así como 23.- Productos de cuero y calzado. En tal caso, se nota el común denominador, a saber, actividades eminentemente orientadas a mercados de consumo final con importantes requerimientos hacia atrás por los insumos que emplean.

Entre los denominados Sectores Base, los ubicados en el cuadrante III, destaca para la economía colombiana: 53.- Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios, 43.- Comercio y 46.- Servicios de transporte terrestre. Se trata de actividades de operación predominante en flujos intermedios, mismas que apuntalan el desempeño del conjunto de la actividad económica haciéndola operativa y viable.

Por último, aun cuando no se trata de actividades relevantes por atributos de impulso y arrastre, los sectores ubicados en el cuadrante IV son de importante mención. En dicho plano se encuentran actividades como: 37.- Desperdicios y desechos y 61.- Servicios domésticos. Tales actividades son congruentes con la definición dada líneas arriba respecto a sectores con bajo encadenamiento hacia atrás y hacia delante. Aunque son de escaso valor normativo, la observación de estas actividades en el cuadrante IV es ilustrativa de la consistencia en los resultados obtenidos.

Gráfica 1 – Multiplicadores ponderados. MIP-Colombia, 2010.



Fuente: Elaboración propia con datos y modelo de la MIP-Colombia, 2010

Adicionalmente, entre las aplicaciones de la matriz de coeficientes de comercio derivada de la MIP-Colombia 2010 está la posibilidad de identificar los flujos intersectoriales más importantes del sistema económico que caracteriza mediante el Modelo de Relevancia

Sectorial. Para tal efecto, Schintke y Stäglin (1988) desarrollaron una metodología que consiste en los siguientes pasos (Dávila 2001: 105).

1. Inducir un error proporcionalmente igual en cada coeficiente de comercio;
2. Simular el impacto de las variaciones provocadas artificialmente en cada coeficiente sobre los valores brutos de la producción;
3. Jerarquizar en orden decreciente las transacciones intersectoriales con mayores efectos en el valor bruto de la producción.

La determinación del error enunciado en el paso 1 está dada por:

$$e^{ij}(p) = \frac{100p}{W^{(ij)}(p)} \quad (15)$$

Donde:

p = Porcentaje de error en un coeficiente de comercio

El modelo, además, está sujeto a las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} p &> 0, \quad y; \\ r_{ij} &= x_{ij} / X_j \neq 0 \\ (1 \leq i, j \leq n) \end{aligned}$$

Por su parte, el denominador de (25) se obtiene:

$$W^{(ij)}(p) = r_{ij}(l_{ij}p + 100) \left(l_{ii} \frac{X_j}{X_i} \right) \quad (16)$$

Donde:

$W^{(ij)}(p)$ = Ponderación del grado de importancia de cada subsector

l = Elemento respectivo de la matriz inversa de Leontief

La MIP Colombia, a nivel de la submatriz de flujos intersectoriales, muestra información correspondiente a 3,721 transacciones⁷. De tal número de transacciones, siguiendo la metodología de Schintke y Stäglin (1988), resultaron más significativas sólo 687 que representan el 18.46% del total. De la selección de las ramas más significativas, se determinaron los flujos intermedios de mayor relevancia encontrando que sólo son 480 representando el 12.9% con respecto al total⁸.

En este caso, la relevancia económica se mide por los flujos de dinero que atraviesan por un sector, en otras palabras, está ponderada por la dimensión de los montos pecuniarios

⁷ Algunas intersecciones de la submatriz de demanda intermedia en la MIP Colombia se encuentran en ceros, lo cual significa que el intercambio comercial de las actividades enunciadas por columna y renglón es nulo. Al margen de ello, en el presente análisis de transacciones, se preserva la estructura original de 61 columnas y 61 renglones lo que arroja el dato de las 3,721 interacciones comerciales.

⁸ Las 480 transacciones se estimaron a partir de la cantidad promedio significativa por sector por relación, únicamente, de compra. Se seleccionaron únicamente las transacciones ubicadas por encima de la media.

Edgar David Gaytán Alfaro; Juanita del Pilar Riaño Angel. Matriz de insumo producto de la economía de Colombia: detección de efectos multiplicadores y determinación de flujos intersectoriales más relevantes.

Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium,

Ituiutaba, v. 6, n. 2, p. 49-66, jul./dez. 2015.

de compra y venta que caracterizan a cada actividad económica. Una vez detectada la intensidad de los gastos e ingresos por subsector (por compra y venta), el modelo determinó cuáles son las transacciones de mayor significancia contrastando con la matriz de *sensitividad* (estimada con la ecuación 15) identificando las celdas menores a 100 y sumando las cantidades respectivas (correspondientes a la celda donde se ubica el 100 en la matriz de *sensitividad*) en la MIP Colombia. De esta manera, se identifican no sólo las transacciones económicas que son importantes para el país sino que se jerarquizan a partir del peso dinerario que éstas significan.

En el cuadro 2 se muestran los resultados de la aplicación del modelo. Una vez seleccionadas las transacciones más significativas se determinan las actividades económicas cuyos flujos pecuniarios por requerimientos de insumos son los más elevados. De esta manera, el criterio para la determinación de las actividades económicas más importantes se hizo sobre la base de los montos comercializados identificados como más significativos. Se encuentra que el comercio se ubica en primer lugar, mientras que los temas de administración pública y defensa se ubican en una segunda posición.

El cuadro 2 muestra tan sólo los primeros 20 sectores sobre la base de su ubicación por encima del promedio del monto de los flujos más significativos y, estableciendo una correlación con respecto a los efectos multiplicadores ponderados detectados en el primer cuadrante de la gráfica 1, se encuentran actividades como 28.- Sustancias y productos químicos, 31.- Productos metalúrgicos básicos, 10.- Carnes y pescados y 53.- Servicios a las empresas como las más destacadas.

Es notable la presencia, entre los primeros 20 sectores, de actividades relacionadas con el petróleo y la energía tales como 38.- Energía eléctrica, 27.- Productos de refinación del petróleo y combustible nuclear así como 7.- Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio. Empero, la evidencia con respecto a estos sectores no los coloca como espacios de consideración medida por sus efectos de arrastre e impulso. Lo anterior es, por sí mismo un hallazgo, considerando la masa dineraria de la que son portadores. Tal resultado sugiere una importante área de oportunidades.

Del total de la masa de valor comercializada en los requerimientos intermedios de la MIP Colombia, los flujos intermedios más significativos representan el 92.86% de tales cantidades. Por su parte, el 72.64% se concentra en las primeras 20 actividades, ubicadas por encima del promedio del monto de valor comercializado más importante por sector. Tales resultados, remarcan la relevancia de dichas actividades si se consideran, estrictamente, desde una perspectiva de montos pecuniarios manejados, y, en su caso, de sus efectos multiplicadores, empero pueden sugerir un relativo riesgo si se considera un resultado que atenta contra la diversificación económica. La evidencia previa, no obstante, sugiere que es un resultado de rutina; ello se constata en Dávila (2002), Fuentes (2003) y Gaytán (2013) en Coahuila, Baja California y Zacatecas, entidades federativas mexicanas que se tomaron, respectivamente, como objetos de estudio.

Cuadro 2 - Relevancia de actividades. Economía de Colombia, 2010.

Importancia	Código	Rama de actividad	Σ total de flujos*	Σ flujos más significativos*	% que representan los flujos más significativos	Diferencia entre total de flujos y flujos más significativos*	% que representa la diferencia
1º	43	Comercio	24,420.59	24,305.01	99.53%	115.58	0.47%
2º	54	Administración pública y defensa; dirección, administración y control del sistema de seguridad social	21,673.90	21,082.21	97.27%	591.69	2.73%
3º	42	Trabajos de construcción, construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario	20,246.50	19,852.07	98.05%	394.43	1.95%
4º	45	Servicios de alojamiento, suministro de comidas y bebidas	20,032.60	19,566.28	97.67%	466.33	2.33%
5º	41	Trabajos de construcción, construcción y reparación de edificaciones y servicios de arrendamiento de equipo con operario	19,096.21	18,862.00	98.77%	234.21	1.23%
6º	57	Servicios sociales y de salud de mercado	18,308.01	17,980.00	98.21%	328.01	1.79%
7º	46	Servicios de transporte terrestre	17,986.33	17,699.65	98.41%	286.69	1.59%
8º	28	Sustancias y productos químicos	17,496.84	17,214.90	98.39%	281.94	1.61%
9º	10	Carnes y pescados	14,250.62	13,778.27	96.69%	472.35	3.31%
10º	53	Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios	13,851.32	13,537.88	97.74%	313.44	2.26%
11º	13	Productos de molinería, almidones y sus productos	12,642.71	12,118.66	95.85%	524.05	4.15%
12º	51	Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos	12,482.97	11,819.70	94.69%	663.28	5.31%
13º	38	Energía eléctrica	11,837.62	11,434.28	96.59%	403.34	3.41%
14º	31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)	11,363.13	10,985.97	96.68%	377.16	3.32%
15º	27	Productos de la refinación del petróleo; combustible nuclear	10,997.00	10,419.76	94.75%	577.24	5.25%
16º	50	Servicios de correos y telecomunicaciones	10,397.97	9,820.11	94.44%	577.86	5.56%
17º	22	Tejidos de punto y ganchillo; prendas de vestir	7,617.39	6,761.26	88.76%	856.13	11.24%
18º	59	Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de mercado	6,762.45	6,235.59	92.21%	526.85	7.79%
19º	3	Animales vivos, productos animales y productos de la caza	6,566.12	6,134.68	93.43%	431.45	6.57%
20º	7	Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio	6,417.80	6,076.23	94.68%	341.57	5.32%

*Cantidades en miles de millones de pesos corrientes

Fuente: Elaboración propia con datos de la MIP-Colombia, 2010 y resultados del Modelo de Relevancia Sectorial.

CONCLUSIONES

El modelo insumo producto representa una poderosa herramienta de diagnóstico y planeación de las economías. En la consideración de esas cualidades, se presentan resultados que buscan ser un referente para la identificación de actividades económicas estratégicas en virtud de sus efectos multiplicadores y flujos de riqueza comercializados.

De esta manera, los encadenamientos intersectoriales observados, en complementariedad con políticas territoriales y de promoción al desarrollo regional pueden constituirse en el medio para capitalizar oportunidades de crecimiento económico acompañado de posibilidades de irradiación de la riqueza, especialmente derivadas del tamaño y variedad de redes de intercambio.

Los resultados muestran que la asociación de actividades destacadas en los dos planos considerados, a saber: efectos multiplicadores e intensidad de transacciones con flujos de comercio, está dada, principalmente, por cualidades manufactureras o de transformación. Lo anterior es buen indicio si se consideran las cualidades exportadoras, de agregación de valor y de ocupación de factores de la producción que acompañan a dichas actividades. Tal relevancia se acompaña con actividades de asesoría a las empresas y de comercialización.

Los datos manejados así como el tratamiento de los mismos son una representación plausible del tejido productivo actual de la economía colombiana. Aunque la información corresponde a 2010, los coeficientes técnicos de producción suelen ser muy estables a lo largo del tiempo, lo cual significa que las estructuras productivas, medidas por su proporción de requerimientos de insumos y factores cambian lentamente. Aunado a lo anterior, los métodos directos que permitieron la obtención de la referida fuente de datos y de los resultados alcanzados, propician la posibilidad que en el futuro se logren ajustes a objetos de estudio más delimitados en su temporalidad y espacialidad.

Asimismo, los resultados arrojados pretenden ser un referente para analizar, de forma subsecuente, las posibilidades de eslabonamiento productivo a manera de conformación de agrupamientos industriales. Lo anterior, es una importante premisa para diseñar políticas de *clusters* aunado a la comprensión de las instituciones de gobierno y educativas como factores de cohesión que propicien amenidades sociales derivadas del desarrollo de las actividades productivas.

Por último, la información aquí vertida así como los resultados que provienen del tratamiento de la misma, constituye un recurso, de primera instancia, para el posterior diseño de Modelos de Equilibrio General Computable. Tales estructuras, mediante eventuales diseños de Matrices de Contabilidad Social, posibilitan la observación de los flujos de riqueza a las diferentes entidades económicas de consumo final, con lo que se abona al estudio de los impactos de bienestar social (definido en la noción neoclásica como la adición de beneficios económicos y excedentes del consumidor) provenientes de variaciones en las capacidades técnicas de los sectores en materia productiva o de comercialización al mercado interno o al resto del mundo. Asimismo, permiten la verificación cuantitativa de cambios en el diseño de políticas públicas sobre niveles de ingreso en unidades económicas o sectores poblacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANGUERO, Harold; DUQUE, Henry; GARIZADO, Paula; ROJAS, Diana. **Análisis del impacto económico sobre la estructura productiva de la región del Valle del Cauca** - Colombia, a partir de la matriz insumo producto. Universidad Autónoma de Occidente, Cali. 2009. Recuperado de http://www.uclm.es/actividadeso809/jornadas/io/topico%206/7_Banguero_Duque_Gariza do_Rojas.DOC.

BONET, Jaime. El crecimiento regional en Colombia, 1980-1996: Una aproximación con el método *shift-share*. **Documentos de trabajo sobre economía regional**. 1999. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER10-Shift-Share.pdf>

BONET, Jaime. La matriz insumo-producto del Caribe colombiano. **Documentos de trabajo sobre economía regional**. 2000. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/contenidos/publicacion/matriz-insumo-producto-del-caribe-colombiano>

DÁVILA, Alejandro. Matriz de insumo-producto de la economía de Coahuila e identificación de sus flujos intersectoriales más importantes. **Economía mexicana. Nueva época**. 2002. Recuperado de http://www.economiamexicana.cide.edu/num_antteriores/XI-1/04_ALEJANDRO_DAVILA.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2012. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia_matriz_insumo_producto.pdf

FUENTES, Noé. Encadenamientos insumo-producto en un municipio fronterizo de Baja California, México. **Frontera Norte**. 2003. Recuperado de http://www.colef.mx/fronteranorte/articulos/FN29/6-f29_Insumo_producto_en_un_municipio_fronterizo_BC.pdf

GAYTÁN, Edgar. **Efectos de retroalimentación y derrama: un análisis de cadenas productivas con un modelo interregional para un modelo de insumo-producto para Zacatecas**. (tesis doctorado). Universidad Autónoma de Baja California. Tijuana UABC. 2013.

HERNÁNDEZ, Elvis. Un Modelo Insumo Producto (MIP) como instrumento de análisis económico. **Serie Documentos de Trabajo. Gerencia de Investigaciones Económicas**. Banco Central de Venezuela. 1997. Recuperado de <http://www.bcv.org.ve/Upload/Publicaciones/docu69.pdf>

HERNÁNDEZ, Gustavo. Matrices insumo-producto y análisis de multiplicadores: Una aplicación para Colombia. **Revista de economía institucional**. 2012. Recuperado de <http://www.economiainstitutional.com/pdf/no26/ghernandez.pdf>

HIRSCHMAN, Albert. **The strategy of economic development**. New Haven: Yale University Press, 1958.

LORA, Eduardo. **Técnicas de medición económica**. Metodología y aplicaciones en Colombia. Bogotá: Tercer Mundo., 2008.

NACIONES UNIDAS. **Manual Sobre la Compilación y el Análisis de los Cuadros de Insumo-Producto**. División de Estadística, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Estudios de métodos, 2000, serie F (74), 256p.

SCHUSCHNY, Andrés. **Tópicos Sobre el Modelo de Insumo-Producto: Teoría y Aplicaciones.** División de Estadística y Proyecciones de la Comisión Económica para América Latina. 2005. Recuperado de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/topicos-sobre-el-modelo-de-insumo-producto-teoria-y-aplicaciones>

TARACÓN, Miguel. **Técnicas de análisis económico input-output.** 2003. Recuperado de <http://www.editorial-club-universitario.es/pdf/402.pdf>

THOUMI, Francisco. La estructura del crecimiento económico regional y urbano en Colombia (1960-1975). **Revista desarrollo y sociedad.** 1983. Recuperado de http://apache_dti.uniandes.edu.co/investigaciones_y_publicaciones/CEDE/Publicaciones/Revista_Desarrollo_y_Sociedad/Ediciones/revista_desarrollo_y_sociedad_n_o_10/La_estructura_del_crecimiento_economico_regional_y_urbano_en_Colombia_1960-1975.

Recebido em: 14/06/2015

Aprovado para publicação em: 29/09/2015