



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA

FACULTAD ECONOMÍA

DESCRIPCIÓN DEL ANDAMIAJE PRODUCTIVO DE
LA REGIÓN ORIENTAL DE COLOMBIA POR MEDIO
DE UN MODELO INSUMO PRODUCTO

Tesis que para obtener el título de
MAESTRA EN ECONOMÍA

Presenta:
JUANITA DEL PILAR RIAÑO ANGEL

DIRECTOR: ISRAEL GERARDO GARCÍA PÉREZ

Diciembre de 2016

Dedicatorias

Agradezco principalmente al Señor Jesús por cada día de vida, cada oportunidad, por este sueño hecho realidad; por la fuerza, el valor y la constancia, con que me implementó para llegar hasta donde he llegado...

A mis padres su compañía, cuidado y ternura, y a toda mi familia por sus gestos de apoyo...

A mis maestros... consejeros, quienes me apoyaron con su decisión, disciplina y exigencia...

¡¡¡Agradezco profundamente a mis compañeros, amigos, a mis MAE, lo vivido!!!

A mi amada Colombia, por la que trabajo y me esfuerzo, espero pronto vivirte bajo una paz sólida y permanente...

Y a este maravilloso país llamado ¡¡¡México!!! que tanto me ha dado...

Agradecimientos

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) por brindarme la oportunidad de estudiar con su prestigioso personal y en sus instalaciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la Dirección General de Desarrollo Internacional (DGI), a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP) y al Programa Integral del Fortalecimiento Institucional (PIFI-2013), por su apoyo económico.

A la coordinación de la Maestría en Economía y a la dirección de la Facultad de Economía, por su diligencia.

Al grupo de investigación de crecimiento, demanda y recursos de la Universidad de Zaragoza, por los conocimientos otorgados

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
I. MODELO INSUMO-PRODUCTO	12
I.1. Características del Modelo Insumo-Producto	12
I.2. Representación matemática de la MIP	16
I.3. Contribución del MIP al análisis económico	18
I.4. Nota metodológica acerca de la elaboración de la Matriz simétrica de Insumo-Producto, producto por producto a precios básicos de la economía colombiana.....	22
I.5. Ajuste de la Matriz Insumo-Producto de Colombia del año 2010 a los datos de 2014.....	25
I.5.1. Metodología RAS.....	25
I.5.2. Especificaciones para aplicar el método RAS sobre la $MIP_{nacional}$, obtención de los datos requeridos y fuentes de información consultadas	28
I.5.3. Procedimiento al implementar la técnica RAS.....	31
I.5.1.1. RAS aplicado tan sólo sobre la matriz de usos intermedios	32
I.5.1.2. RAS aplicado en la matriz de usos intermedios y finales.....	38
II. MATRIZ INSUMO PRODUCTO NACIONAL DE 2010 AJUSTADA A LA REGIÓN ORIENTAL DE COLOMBIA “REGIONALIZACIÓN DE LA MIP”	43
II.1. Marco teórico	45
II.1.1. Importancia del análisis económico regional y definición de región	46
II.1.2. Planteamientos teóricos entorno al análisis económico regional.....	47
II.1.3. Algunas metodologías utilizadas en el análisis regional	52
II.1.4. Identificación de los tratamientos relevantes sobre el tema	52
.....	54
II.2. Aplicación de la metodología RAS como herramienta de regionalización de la Matriz Insumo-Producto de Colombia del año 2010 a la Región Oriental.....	60
II.2.1. Metodología RAS para regionalizar.....	60

II.2.2. Proceso de implementación del método RAS para obtener la Matriz Insumo-Producto de la Región Oriental	62
II.2.2.1. Valor agregado	63
II.2.2.2. Producción	64
II.2.2.3. Demanda final	69
II.2.3. Puntos clave de la metodología RAS para “regionalizar”	73
III. ANÁLISIS DE MULTIPLICADORES A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL ..	76
III.1. Técnicas del análisis regional utilizadas para describir el andamiaje productivo de Colombia y de la Región Oriental	77
III.1.1. Metodología para identificar los efectos multiplicadores	77
III.1.1.1. Multiplicadores directos	78
III.1.1.2. Multiplicadores directos e indirectos o efectos de interdependencia total	79
III.1.1.3. Multiplicadores relativos o de interdependencia promediado	81
III.1.2. Presentación del Índice de Cambio Estructural, Coeficiente de Localización, Tasa Media de Crecimiento Anual y Índice de Hirschman-Herfindall	85
III.2. Resultados más representativos del análisis de multiplicadores y demás índices para Colombia y la Región Oriental.	90
III.2.1. Indicaciones iniciales	90
III.2.2. Resultados representativos	91
CONCLUSIONES	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
REFERENCIAS ESTADÍSTICAS DE ORGANISMOS OFICIALES	115
ANEXOS	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz simétrica total de insumo-producto de Colombia por grandes ramas, producto por producto, para el año 2010, en miles de millones de pesos colombianos y a precios corrientes	14
Tabla 2. Matriz de coeficientes técnicos por sectores de la MIP 2010 para Colombia.....	20
Tabla 3. Submatrices de la MIP _{nacional} donde se aplica el método RAS para actualizar y vectores que se requieren para llevarlo a cabo	29
Tabla 4. Submatrices de usos intermedios y finales de la MIP _{nacional} de 2010 agregada a tres sectores y descripción de la información que se requiere para llevar a cabo la actualización al año 2014, en miles de millones de pesos colombianos a precios corrientes	39
Tabla 6. Características principales de algunas técnicas del análisis regional	53
Tabla 7. Submatrices donde se aplica el método ras y vectores que se requieren para llevarlo a cabo la regionalización	63
Tabla 8. Producción regional en precios deducida a través de producción en cantidades para la Región Oriental en miles de millones de pesos de 2010	66
Tabla 9. Producción en precios de la actividad del comercio y de los servicios para la Región Oriental para el 2010 en miles de millones COP.....	68
Tabla 10. Submatrices de usos intermedios y finales de la MIP _{nacional} de 2010 agregada a tres sectores y descripción de la información que se requiere para llevar a cabo la regionalización, en miles de millones de pesos colombianos y a precios corrientes	73
Tabla 11. MIP de la Región Oriental para 2010 agregada a tres sectores, ajustada a las submatrices de usos intermedios y finales, en miles de millones de pesos y a precios corrientes	75
Tabla 12. Importaciones de las actividades que conforman el sector de tecnología media-alta alta como proporción porcentual de la producción que en cada una las actividades y en cada uno de los territorios se realiza.....	101

ABREVIATURAS Y SIGLAS

<i>ANH</i>	Agencia Nacional de Hidrocarburos
<i>AGRONET</i>	Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario.
<i>ANH</i>	Agencia Nacional de Hidrocarburos
<i>DANE</i>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<i>DIAN</i>	Departamento de Impuestos y Aduanas Nacionales
<i>DNP</i>	Departamento Nacional de Planeación
<i>CAMACOL</i>	Cámara Colombiana de Construcción
<i>CEI</i>	Cuentas Económicas Integradas
<i>CIU</i>	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
<i>COP</i>	Pesos colombianos (unidades monetarias)
<i>COU</i>	Cuadros Oferta y Utilización
<i>EAC</i>	Encuesta Anual de Comercio
<i>EAM</i>	Encuesta Anual Manufacturera
<i>ENA</i>	Encuesta Nacional Agropecuaria
<i>ENP</i>	Encuesta Nacional Piscícola
<i>ENS</i>	Encuesta Nacional de Servicios
<i>GEIH</i>	Gran Encuesta Integrada de los Hogares
<i>MADR</i>	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
<i>MINMINAS</i>	Ministerio de Minas
<i>MIP</i>	Modelo o Matriz Insumo-Producto
<i>MIP_{NACIONAL}</i>	Matriz Insumo-Producto de Colombia
<i>n_{cp}</i>	No Clasificadas previamente
<i>UPME</i>	Unidad de Planeación Minero Energético
<i>PIB</i>	Producto Interno Bruto
<i>SIEX</i>	Sistema Estadístico de Comercio Exterior
<i>SIMEC</i>	Sistema de Información Energético Colombiano
<i>SNC</i>	Sistema Nacional de Cuentas
<i>SUI</i>	Sistema Único de Información de Servicios Públicos
<i>TRM</i>	Tasa representativa del mercado
<i>X_i</i>	Producto de la i-ésima rama
<i>X_j</i>	Producto de la j-ésima rama

Z_{ij}	Compras o ventas intermedias
Y_i	Demanda final de la i-ésima rama
VA_j	Valor agregado de la j-ésima rama
C_i	Consumo de los hogares de i-ésima rama
G_i	Gasto público de la i-ésima rama
$ISFLSH_i$	Instituciones Sin ánimo de lucro al servicio de los hogares de la i-ésima rama
I_i	Formación bruta de capital fijo de la i-ésima rama
E_i	Exportaciones netas de la i-ésima rama
C/F_i	Ajustes sobre el valor CIF y valor FOB de la i-ésima rama
W_j	Costos salariales, seguridad social j-ésima rama
B_j	Beneficios y excedentes de explotación de la j-ésima rama
A_j	Amortizaciones y depreciación realizados de la j-ésima rama
Tx_j	Impuestos pagados por la j-ésima rama
Sb_j	Impuestos recibidos por la j-ésima rama
VAB_j	Valor agregado bruto de la j-ésima rama
VBP_j	Valor bruto de la producción de la j-ésima rama
A	Matriz de coeficientes técnicos
I	Matriz Identidad
$(I - A)^{-1}$	Matriz inversa de Leontief
$u(1)$	Sumatoria de las transacciones intersectoriales por fila
$v(1)$	Sumatoria de las transacciones intersectoriales por columna
$X(1)$	Valor del producto para el año objetivo

INTRODUCCIÓN

En un contexto en el cual Colombia se constituye como un país de regiones y en la situación en que las economías en vez de globalizarse están tendiendo a regionalizarse en forma divergente (Ohmae, 1995), el análisis regional toma relevancia y se hace indispensable el estudio del crecimiento económico y de la composición estructural por entidades territoriales que se han visto beneficiadas o perjudicadas con la implantación del modelo de liberalización comercial y financiera.

A pesar de que los sistemas de recopilación y publicación de información han registrado avances, estos distan de ser óptimos y por lo general, la información no se publica en una desagregación que permita realizar investigación integral a nivel regional, ni en una serie de tiempo que permita el diseño e instrumentación de políticas de desarrollo. Además, los altos costos monetarios y de tiempo, dificultan la obtención de información vía métodos directos; por tanto, se hace necesario recurrir a los enfoques indirectos utilizando la información de anuarios estadísticos y fuentes nacionales; y la realización de técnicas estadísticas para realizar estudios a nivel regional.

Por lo anterior, el objetivo general de la presente investigación es describir del andamiaje productivo de la Región Oriental de Colombia conformada por los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander y Santander, por medio de un Modelo Insumo-Producto (MIP). Para lograr tal fin, se utiliza el Modelo Insumo-Producto (MIP) de Colombia del año 2010, publicada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), como recurso estadístico principal y como recursos estadísticos secundarios, información provista por diferentes organismos oficiales.

El procedimiento para obtener los datos que permiten la descripción sectorial de un contexto más reducido que el nacional, es conocido como “regionalización”, el procedimiento es posible implementarlo mediante diversas técnicas estadísticas, de las cuales para la presente investigación se decide trabajar con la técnica de ajuste biproporcional, más conocido como “RAS”.

A pesar de que el RAS fue elegido principalmente como técnica de regionalización, este es frecuentemente utilizado para realizar el “ajuste o actualización” de las MIP, por lo que se

propuso en la investigación como objetivo específico la actualización de la MIP de Colombia de 2010 a la última información disponible correspondiente al año 2014, aprovechando que la metodología puede ser utilizada para desarrollar los dos procedimientos.

Al lograr desarrollar la actualización y regionalización de la MIP, se obtendrá un insumo estadístico del cual se pueden derivar cuantiosos análisis económicos como por ejemplo, análisis estructural, simulación y evaluación de impactos, pronósticos, entre otros, sin embargo, en la presente investigación se opta por llevar a cabo el análisis de multiplicadores, aclarando que no es el único estudio que se podría llevar a cabo, todo lo contrario, los datos aquí desarrollados son la semilla de otras posibles investigaciones como es el campo de los modelos interregionales.

Al igual que los datos encontrados constituyen una importante fuente de información, la metodología en sí misma también lo es, puesto que si bien en la investigación se implementó la forma más básica del RAS, en futuras investigaciones se puede complejizar la técnica o bien implementar otras metodologías de regionalización o actualización y comparar resultados.

A partir de los datos obtenidos de la actualización y la regionalización de la MIP nacional, y el cálculo de los efectos multiplicadores, se cuantifican e identifican los efectos de arrastre y/o impulso que realiza una rama de actividad como productor y a su vez como comprador de insumos, con el propósito de visualizar la reproducción del sistema económico de los territorios, detectando así aquellas actividades económicas que permiten al país y a los departamentos que componen la Región Oriental desarrollar nuevas potencialidades y aprovechar las ya existentes.

De los resultados se destaca a nivel nacional, el comportamiento de actividades como la industria de sustancias y productos químicos, así como de los servicios a las empresas y de la industria de metalúrgicos básicos; la economía se centra en las industrias de tecnología baja, media-baja y en la agroindustria, sin embargo se representa un retroceso en el sector agropecuario y la industria de tecnología media-alta alta depende en su mayor parte del sector externo.

Por su parte, la Región Oriental se caracteriza por ser agropecuaria, pero a pesar de ello, la agroindustria no es desarrollada. El sector minero y su industria se constituyen como un impulso para la economía, en especial para Boyacá y Meta con la explotación petrolera y de minerales no metálicos, y en Santander por la refinación del petróleo. Cundinamarca destaca en la industria textil, productos de madera y productos de papel y cartón. Al igual que a nivel nacional, en la región sobresale la industria química, pero en el resto de la industria de tecnología media-alta depende también del sector externo. Y por último, aunque el país no presenta fuertes encadenamientos en la prestación de servicios sociales, la región si los genera y se consolidan como actividades de arrastre.

La tesis está conformada por tres capítulos: en el primero se presenta la formalización conceptual e instrumental básica de los MIP y se explica el proceso para implementar la metodología RAS como técnica de actualización de la MIP nacional. En el segundo capítulo se explica la importancia del análisis regional, se presenta un marco teórico que lo sustenta y se expone el por qué se elige a los MIP como herramienta de estudio de entre otras técnicas del análisis regional; finalizando el capítulo se muestra el proceso para poder llevar a cabo la regionalización. Y en el tercer capítulo, se explica el análisis de multiplicadores junto a otros indicadores del análisis regional que permiten complementar los resultados obtenidos, seguido de la presentación de los resultados. Y por último se presentan las conclusiones.

I. MODELO INSUMO-PRODUCTO

El propósito del capítulo es presentar las características del Modelo Insumo-Producto (MIP)¹ y su contribución al análisis económico; y en cumplimiento del objetivo específico de la presente investigación, se presenta la metodología RAS como técnica elegida para realizar la actualización de la última MIP publicada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) correspondiente al año 2010 al año 2014.

I.1. Características del Modelo Insumo-Producto

El modelo insumo – producto (MIP) “...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). En palabras de Leontief (1985, p.207), el MIP “es una adaptación de la teoría neoclásica del equilibrio general al estudio de la interdependencia cuantitativa que existe entre actividades que guardan relación”. Aunado, los MIP son un instrumento operativo de la teoría del equilibrio general y un enlace entre el análisis microeconómico de índole neoclásico y de la teoría macroeconómica keynesiana (Leontief, 1985 y Dávila, 2002); el reunir planteamientos básicos de dos escuelas económicas tradicionales constituye una ventaja de los MIP.

La MIP fue formalizada en 1930 por Wassily Leontief, apoyado principalmente en la propuesta de la *Tableau Economique* de François Quesnay planteada en el siglo XVIII y la teoría de equilibrio general de Léon Walras planteada en 1874,² construyendo así, un sistema que muestra las unidades económicas y sus flujos, y la existencia de un equilibrio general macroeconómico dado gracias a múltiples equilibrios micro dentro del sistema (Soza, 2007 y Bonet, 2000).

¹ Depende del contexto, MIP se lee a lo largo del documento, ya sea como Modelos Insumo-Producto o como Matriz o matrices Insumo-producto.

² Soza (2007) escribe que Leontief también partió de la idea de Marx a cerca de la circulación de la producción entre los sectores.

Bajo algunos supuestos, los MIP ofrecen una amplia gama de posibilidades para el análisis económico, de los cuales se destacan: el análisis estructural,³ la simulación y evaluación de impactos, y la proyección o pronósticos (Tarancón, 2003 y Bonet, 2000); posibilidades que permiten realizar análisis empírico del proceso de acumulación y de planificación para el desarrollo (Leontief, 1985).

Teniendo presente que la compra de una rama resulta ser la venta de otra rama, una Matriz Insumo-Producto (MIP) vista en forma de filas, muestra las cantidades que indican la forma como el producto de cada una de las ramas se distribuye entre las demás, es decir, la demanda o estructura de ventas de cada rama; y vista en forma de columnas, se muestran las ventas de bienes intermedios y finales realizadas por cada rama, es decir, la oferta o estructura de destino. En resumen, la suma por columnas de la matriz registra las compras de bienes intermedios o finales y la suma por filas, las ventas (Leontief, 1985; Soto, 2000 y Bonet, 2000).

Es posible dividir la MIP en tres submatrices (Hernández, 2012 y Moreno & Anguiano, 2006): la primera contiene las transacciones intermedias, donde se resume la forma en que materias primas, bienes intermedios y finales, son utilizados como insumo o bien final, en otras palabras muestra la composición estructural de la economía (Soto, 2000 y Dávila, 2002). En seguida, se encuentra la submatriz que refleja la generación de valor agregado –también llamada submatriz de insumos primarios y recursos–, que registra los pagos sectoriales al capital (calculado como excedente bruto de explotación) y al trabajo (remuneración a los asalariados) 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 gasto público, la formación bruta de capital y las exportaciones netas. La tabla 1 es una síntesis de lo mencionado y una adaptación de la MIP para Colombia del año 2010 por grandes ramas o sectores de la actividad económica.

³ Dentro de los análisis estructurales que se pueden realizar se encuentran: (1) determinar el nivel de producción que las ramas de actividad deben generar para lograr satisfacer las demandas de consumo o inversión; (2) el estudio de la composición del valor agregado de los productos; (3) cuantificar requerimientos de importaciones, entre otros (Lora, 2008).

Tabla 1. Matriz simétrica total de insumo-producto de Colombia por grandes ramas, producto por producto, para el año 2010, en miles de millones de pesos colombianos y a precios corrientes

Estructura de costos

Estructura de destino

GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD - MATRIZ SIMÉTRICA EN EL SENTIDO DE LEONTIEF		1	2	3	4	5	6	7	8	9	C_{ij}	C_T	I_T	X	M	$\frac{CIF}{FOB}$	Y
1	AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA	1897	0	26071	0	386	2711	0	0	140	31205	13531	3105	4079	-4075	0	47845
2	EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	5	3968	12309	1030	1463	0	1	0	0	18776	0	73	38621	-242	0	57228
3	INDUSTRIA MANUFACTURERA	7800	1392	63035	652	24181	16549	12584	2503	10097	138792	90745	29768	35265	-79333	0	215237
4	ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	132	354	4180	8238	86	1933	1341	797	2508	19568	12839	0	119	-1	0	32525
5	CONSTRUCCIÓN	169	613	70	936	913	107	282	1157	2604	6851	0	74673	0	0	0	81524
6	COMERCIO, REPARACIÓN, RESTAURANTES Y HOTELES	1850	800	11251	246	3596	6685	5698	1774	5061	36960	75577	6153	213	-27	0	118876
7	TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	805	3065	7917	806	1938	6434	6391	4067	3530	34953	37711	158	2643	-5400	3963	74028
8	ESTABLECIMIENTOS FINANCIEROS, SEGUROS, ACTIVIDADES INMOBILIARIAS Y SERVICIOS A LAS EMPRESAS	1245	1172	18493	3355	6747	15097	8414	21353	20619	96495	57165	1985	1503	-7998	231	149381
9	ACTIVIDADES DE SERVICIOS SOCIALES, COMUNALES Y PERSONALES	63	11	1569	40	34	980	969	528	11925	16119	125862	75	165	-298	0	141923
Ajustes												-493		4118	569	4194	
Usos totales a precios de comprador		14526	11854	150101	15644	41663	53771	39504	33988	58381	419432	413430	115990	82608	-97374	4194	918567
Valor Agregado		33319	45374	65136	16881	39861	65105	34524	115393	83542	499135						
Remuneración de los asalariados		9578	4830	22564	2719	8910	27072	9207	29884	63515	178279						
Impuestos menos subvenciones sobre la producción		95	624	2202	935	1179	1370	1178	2102	2528	12213						
Ingreso mixto		22196	2065	6566	0	9353	33195	11823	31508	7670	124377						
Excedente bruto de explotación		1450	37855	33805	13227	20418	3468	12315	51899	9828	184266						
Producción de productos a precios básicos		47845	57228	215237	32525	81524	118876	74028	149381	141923	918567						

Matriz de transacciones o inputs intermedias

Matriz de inputs primarios y recursos, o valor agregado

Matriz de demanda final o empleos finales

Donde:

C_{ij} : Usos intermedios totales, C_T : Consumo final total, I_T : Formación bruta de capital, X : Exportaciones, M : Importaciones, $\frac{CIF}{FOB}$: Ajustes sobre valor CIF y FOB, Y : Producción por productos.

Fuente: Elaboración propia con base en la estructura de la Matriz Insumo – Producto publicada por el DANE

Aunado a lo anterior, el MIP está representado por una matriz simétrica en el sentido de Leontief, es decir que la matriz tanto en sus filas como en sus columnas utiliza las mismas unidades de medición (Hernández, 2012).

Soto (2000), Dávila (2002), Lora (2008) y Hernández (2012); señalan que el modelo como representación simplificada de la realidad, requiere del cumplimiento de los siguientes supuestos que constituyen a su vez sus limitantes:⁴

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 debe producir un único e idéntico producto, con la misma estructura de insumos de su competencia, de igual forma, la cantidad de cada insumo necesaria para generar una unidad de producto es la misma y es constante entre los establecimientos del gremio. Lora (2008) aclara que el supuesto tiene validez práctica dependiendo del número de sectores y de la precisión con que se definen los productos y sus valoraciones.
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. Supuesto que también condiciona a los coeficientes técnicos –o de producción– a ser constantes.
3. Los insumos y factores varían *proporcionalmente* con el volumen de producción, lo que implica trabajar bajo rendimientos constantes a escala, funciones lineales de producción y estricto cumplimiento del supuesto (2). Si se analiza los supuestos (1) y (3) se concluye que el análisis del MIP es útil sólo si se logran capturar acertadamente las necesidades tecnológicas de los sectores.
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 denominado de *aditividad* conduce al estado de equilibrio.

⁴ No imponer los supuestos enumerados conlleva a complicaciones matemáticas importantes (Lora, 2008).

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.

5. No hay limitaciones en la disponibilidad de recursos, aunque estos no se emplean de forma eficiente.

A pesar de los supuestos asumidos, es debido señalar que la importancia de los MIP como instrumento de estudio económico, se traduce en que muestran de forma simplificada los datos empíricos, limitando la explicación del fenómeno, pero evita la especulación y otorga la explicación a observaciones concretas (Soza, 2007). Además, facilita el análisis de la economía como un sistema interconectado de ramas de actividad, que refleja magnitudes, fuentes y dirección de los cambios estructurales dados, que a largo plazo se traducen en transformaciones económicas (Soto, 2000 y Bonet, 2000). Su fortaleza se sustenta también, en que a pesar de ser una técnica planteada hacia mediados del siglo pasado, aún tiene vigencia, y gobiernos y universidades hoy en día la siguen implementando; sin obviar también la gran cantidad de documentos realizados en torno a las diferentes variantes de la metodología.⁶

1.2. Representación matemática de la MIP

La representación matemática del MIP se genera por medio del álgebra matricial, por medio de la descripción de identidades básicas que reflejan, por una parte, el destino o distribución 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 bienes y servicios intermedios, es decir, a otra rama del entramado productivo, o bien como producto final. De esta forma, el nivel de producto (o valor bruto de producción) se representa según el destino de la producción, descrito en el sistema de ecuaciones (1):

⁶ Documentos que pueden ser encontrados revistas como *Economic Systems Research*, *Journal of Regional Science*, *International Regional Science Review* and *Papers in Regional Science* (Miller & Blair, 2009).

$$\begin{array}{cccccccc}
X_1 = & Z_{11} + & Z_{12} + & \cdots + & Z_{1n} + & C_1 + & I_1 + & G_1 + & E_1 \\
X_2 = & Z_{12} + & Z_{22} + & \cdots + & Z_{2n} + & C_2 + & I_2 + & G_2 + & E_2 \\
\vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
X_i = & Z_{i1} + & Z_{i2} + & \cdots + & Z_{in} + & C_i + & I_i + & G_i + & E_i
\end{array} \quad (1)$$

Donde, según Schuschny (2005, p.11):

- X_i es el valor de la producción concerniente a la i -ésima rama.
- Z_{ij} es el valor de la producción que la i -ésima rama le vende a la j -ésima rama y a su vez, el valor de la producción que la j -ésima rama le compra a la i -ésima rama, en otras palabras, es el flujo de bienes y servicios producidos y consumidos por las ramas.
- C_i es el valor de la 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, 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.
- E_i es el valor de las exportaciones netas correspondientes a la i -ésima rama.

Es posible reducir la identidad (1) en la identidad (2), puesto que en la identidad (1) intervienen dos tipos de transacciones: la producción destinada a usos intermedios y la destinada a la demanda final, Z_{ij} y Y_i respectivamente, donde Y_i estaría representado por $C_i + I_i + G_i + E_i$.

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

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

$$X_j = Z_{1j} + \cdots + Z_{nj} + W_j + B_j + A_j + (Tx_j - Sb_j) \quad 1 \leq j \leq n \quad (3)$$

Donde:

- X_j es el valor de la producción de la j -ésima rama.
- Z_{ij} es el valor de la producción que la i -ésima rama le vende a la j -ésima rama y a su vez, el valor de la producción que la j -ésima rama le compra a la i -ésima rama, en otras palabras, es el flujo de bienes y servicios producidos y consumidos por las ramas.

- W_j son los costos en salarios, remuneraciones y seguridad social pagados a sus empleados por la j -ésima 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.
- Tx_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 ecuación (1), la utilización de insumos expuesta en (3) también se puede organizar en componentes:

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

Donde el primer componente corresponde a la sumatoria de Z_{ij} referente a las compras entre ramas y que constituyen el uso de insumos intermedios, y el segundo componente es el valor agregado bruto (VAB_j) representado por la sumatoria de los siguientes componentes: $W_j + B_j + A_j + (Tx_j - Sb_j)$, el cual, a su vez, corresponde al valor de la producción de la j -ésima rama menos las compras de bienes intermedios.

De forma algebraica el equilibrio se representa como sigue:

$$Z_{1j} + \dots + Z_{ij} + VAB_j = Z_{i1} + \dots + Z_{ij} + Y_i \quad (5)$$

Y al notar que $Z_{1j} + \dots + Z_{ij} = Z_{i1} + \dots + Z_{ij}$, entonces la formulación expuesta en (1) y (3) que lleva al equilibrio, quedaría reducida a la identidad macroeconómica keynesiana (Lora, 2008).

$$W_j + B_j + A_j + (Tx_j - Sb_j) = C_i + I_i + G_i + E_i \quad (6)$$

$$VAB_j = Y_i \quad \text{ó} \quad VAB_j = C_i + I_i + G_i + E_i$$

1.3. Contribución del MIP al análisis económico

Hasta el momento se ha hecho la descripción de la estructura de los 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 (o de producto), que representan las compras directas que la j -ésima rama hace a la i -ésima rama por valor unitario de la

producción de la j -ésima rama (Albornoz, Canto & Becerril, 2012), en otras palabras, un coeficiente técnico es la cantidad de factores requeridos para producir una unidad de producto (Bonet, 2000).

No obstante, los coeficientes están permeados por la limitación de considerar una función de producción lineal que implica la existencia de coeficientes técnicos constantes o fijos; lo anterior significa que, el nivel de producción que la i -ésima rama vende a la j -ésima rama es una proporción constante del nivel de producción de la j -ésima rama (Bonet, 2000). Se calculan así:

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

de forma matricial $A = Z \hat{X}^{-1}$

Donde a_{ij} representa a los coeficientes técnicos de producción, que al suponer rendimientos constantes a escala se deduce que los productos medio y marginal de los factores serán a su vez, constantes, y en consecuencia, la función de producción también lo será (Soza, 2007). De hecho, Bonet (2000, p.7) aclara que un MIP se trabaja con una función de producción “...similar a la neoclásica, donde la producción de una industria es función de los insumos consumidos de las diferentes industrias, de los factores de producción y los insumos importados”.

Los elementos obtenidos de la ecuación (7) conforman la matriz A de coeficientes técnicos, de la siguiente forma:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (8)$$

En la tabla 2 se muestra la matriz de coeficientes técnicos para los 9 sectores en los que se divide la economía colombiana. Se evidencia por ejemplo, según la interpretación de Lora (2008) que las ventas intermedias realizadas por la industria son aproximadamente el 30% del valor de producción del sector de la construcción.

$$a_{35} = \frac{X_{35}}{X_5} = \frac{24181}{81524} = 0.297$$

También se evidencia que las ventas intermedias realizadas por el sector financiero deberán ser iguales al 12.7% del valor de la producción del comercio.

El coeficiente también puede ser interpretado así: Para producir una unidad del producto del sector agropecuario se requieren en mayor medida 0.04 unidades del mismo sector, 0.16 unidades de la industria, 0.023 unidades del sector comercio y 0.2 unidades de mano de obra (Bonet, 2000).

Tabla 2. Matriz de coeficientes técnicos por sectores de la MIP 2010 para Colombia

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Usos intermedios	1. Agropecuario	0.040	0.000	0.121	0.000	0.005	0.023	0.000	0.000	0.001
	2. Extractivo	0.000	0.069	0.057	0.032	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
	3. Industria	0.163	0.024	0.293	0.020	0.297	0.139	0.170	0.017	0.071
	4. Electricidad	0.003	0.006	0.019	0.253	0.001	0.016	0.018	0.005	0.018
	5. Construcción	0.004	0.011	0.000	0.029	0.011	0.001	0.004	0.008	0.018
	6. Comercio	0.039	0.014	0.052	0.008	0.044	0.056	0.077	0.012	0.036
	7. Transporte	0.017	0.054	0.037	0.025	0.024	0.054	0.086	0.027	0.025
	8. Financiero	0.026	0.020	0.086	0.103	0.083	0.127	0.114	0.143	0.145
	9. Servicios sociales	0.001	0.000	0.007	0.001	0.000	0.008	0.013	0.004	0.084
Valor Agregado	Remuneración asalariados	0.200	0.084	0.105	0.084	0.109	0.228	0.124	0.200	0.448
	Tx -Sb	0.002	0.011	0.010	0.029	0.014	0.012	0.016	0.014	0.018
	Ingreso mixto	0.464	0.036	0.031	0.000	0.115	0.279	0.160	0.211	0.054
	Excedente de explotación	0.030	0.661	0.157	0.407	0.250	0.029	0.166	0.347	0.069
Total Insumo		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0

Nota: “Tx”, corresponde al diminutivo de impuestos y “Sb” al diminutivo de subsidios a la producción.
Fuente: Elaboración propia con base en la MIP_{nacional} de 2010.⁷

⁷ Los sectores en los cuales se divide a la economía colombiana son: 1) Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca. 2) Explotación de minas y canteras. 3) Industria manufacturera. 4) Electricidad, gas y agua. 5) Construcción. 6) Comercio, reparación, restaurantes y hoteles. 7) Transporte, almacenamiento y comunicaciones. 8) Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas. 9) Actividades de servicios sociales, comunales y personales.

Se deduce que a partir de los coeficientes técnicos, es posible hallar el valor de producción, asumida como la relación entre los niveles de producción y las necesidades de insumo de cada rama, como se expone a continuación (Albornoz *et al.*, 2012; Lora, 2008 y Soto, 2000):

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 \\ x_2 &= a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 \\ &\vdots \\ x_n &= a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n \end{aligned} \Rightarrow x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i \quad (9)$$

Siguiendo la identidad expresada en (2) y (4), se definen los vectores de producción total (X) y de demanda final (Y):

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \quad (10)$$

Y en consecuencia se obtiene la expresión matricial que da lugar a la conformación del modelo abierto de Leontief:

$$\begin{aligned} X &= AX + Y \\ X - AX &= AX - AX + Y \\ X - AX &= Y \\ X(I - A) &= Y \end{aligned}$$

Y pre-multiplicando por el factor $(I - A)^{-1}$ ambos lados de la ecuación, se llega a la expresión del modelo abierto de Leontief:

$$\begin{aligned} (I - A)^{-1}(I - A)X &= (I - A)^{-1}Y \\ X &= (I - A)^{-1}Y \end{aligned} \quad (11)$$

En la ecuación (11) la expresión $(I - A)^{-1}$ representa la matriz inversa de Leontief o matriz de requerimientos totales, que expresa la cantidad de producción que debe aumentar la *i*-ésima rama para satisfacer, *ceteris paribus*, una unidad de demanda final neta del producto de la *j*-ésima rama (Duarte *et al.*, 2011 y Hahn, 2016);⁸ también puede interpretarse como el aumento de la producción de la *i*-ésima rama a fin de que la oferta de la *j*-ésima rama aumente en una unidad (Soza, 2007). Cada columna de la matriz inversa representa la

⁸ En otras palabras, Albornoz *et al.* (2012) expone que la inversa de Leontief representa el total de la producción que cada sector debe generar para satisfacer la demanda final de la economía.

producciones requeridas para generar una unidad de producto de la j -ésima rama y cada fila de la matriz inversa indica la cantidad total de producto de la i -ésima rama requerida para obtener una unidad de demanda final en cada rama (Duarte *et al.*, 2011, p. 15 y Soza, 2007).

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; esto implica que la inversa de Leontief captura tantos los efectos directos e indirectos que genera un cambio en la demanda en alguna de las ramas (Duarte *et al.*, 2011 y Soto, 2000).

La representación matricial de la inversa de Leontief quedaría expresada de la siguiente forma:

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Y por medio de está, también es posible hallar la producción de determinada rama, de la siguiente forma (Duarte *et al.*, 2011):

$$X_i = \alpha_{i1}y_1 + \alpha_{i2}y_2 + \dots + \alpha_{in}y_n \quad (13)$$

1.4. Nota metodológica acerca de la elaboración de la Matriz simétrica de Insumo-Producto, producto por producto⁹ a precios básicos¹⁰ de la economía colombiana

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), ente rector en la producción y difusión de información estadística en el país, obtiene los resultados de la MIP simétrica para Colombia 2010¹¹ a partir de los Cuadros de Oferta y Utilización (COU) de publicación

⁹ Este apartado fue redactado principalmente a partir de DANE (2013) y Tenjo *et al.* (2006).

¹⁰ Precio de un bien o servicio entregado del comprador hacia el productor, excluyendo cualquier valor de impuesto que se le pueda cargar al comprador o costo de transporte asumido por el productor. Pero si se incluyen los subsidios que se adquieran ya sea por producción o venta.

¹¹ El DANE ha publicado MIP para el 2005 y 2010.

anual. La COU calcula las transacciones productivas a precios básicos (DANE, 2013)¹² y relaciona por un lado, la oferta (por tipo de bien y rama), constituida por la oferta total, la producción¹³ y las importaciones; y por otro lado, la utilización de estos bienes y servicios, ya sea en consumo intermedio, en consumo final, en formación de capital o en exportaciones. Con el fin de valorarlos a precios básicos la COU no incluye en su cálculo los márgenes del comercio, ni los valores correspondientes al transporte, a los impuestos y a las subvenciones (DANE, 2013).

La MIP se organiza de acuerdo a los lineamientos propuestos por el Sistema Nacional de Cuentas (SCN) 2008 y expresa en sus filas y columnas las 61 ramas de actividad que el DANE considera relevantes para la economía colombiana.

El DANE contempla dos tipos de MIP, una es la matriz tipo actividad-actividad que es utilizada para cuantificar por ejemplo, el impacto de una reforma fiscal en la economía de un territorio, y la matriz tipo producto-producto, utilizada para fines de “análisis de productividad e inflación, variaciones de precios relativos y variaciones en los factores de producción capital-trabajo” (DANE, 2013, p.9).

La matriz realizada por el DANE corresponde al tipo producto-producto y al transformar un COU en una MIP de este tipo se debe: (1) separar las variables endógenas y exógenas¹⁴ consideradas en el análisis económico (por ejemplo, se deducen los márgenes de comercio, los márgenes de transporte, los impuestos a los productos y las subvenciones a los productos), con el fin de identificar los efectos multiplicadores sobre la estructura productiva. (2) Para lograr el punto (1) se requiere además, convertir las columnas del COU de actividades a bienes,

¹² Es habitual que la MIP realizada por los departamentos de estadística, se encuentren en precios básicos 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).

¹³ La producción es representada por una matriz cuadrada, donde las filas corresponden a los bienes ofrecidos y las columnas, las actividades. Cabe aclarar que el COU es una matriz rectangular, sin embargo se convierte a una matriz cuadrada por medio de agregación, por ejemplo, el COU de 2005 se elaboró con 369 bienes o productos y 61 actividades o ramas, pero los 369 bienes se conglomeraron en solo 61 (DANE, 2013). La diagonal corresponde al producto principal de cada industria.

¹⁴ Entiéndase como variables exógenas por ejemplo los impuestos o las importaciones. Y variables endógenas como por ejemplo los insumos de origen nacional.

por medio del traslado de los componentes del valor agregado procedentes de las producciones secundarias¹⁵ a la columna, para que así tanto las filas como las columnas estén representadas por bienes. Al realizar el traslado de producciones secundarias, se deben transferir también los consumos intermedios¹⁶ que generan estas producciones, para ello se requiere conocer la información sobre la estructura de costos, sin embargo las encuestas económicas no cuentan con dicha información, por ende se opta por realizar el traslado por medio de métodos matemáticos como la “hipótesis de tecnología producto (un producto tiene la misma estructura de insumo, cualquiera que sea la industria en que se produce) y la hipótesis de tecnología de industria (una industria tiene la misma estructura de insumos, cualquiera sea la composición de su producción)” (DANE, 2013, p.19), asumiendo primeramente que la estructura de costos de la producción primaria es igual a la estructura de costos de las producciones secundarias.

(3) Los componentes de valor agregado en la MIP deben ser recalculados debido a los cambios antes descritos, sin embargo, los vectores de consumo final, formación bruta de capital y exportaciones son iguales a las presentadas en los COU. (4) Uno de los componentes del consumo final, es el consumo intermedio, este se obtiene a partir de los balances oferta-utilización de los productos, calculados por cuentas nacionales, lo que resta es distribuirlos en las ramas de actividad que consumen el producto, de acuerdo a la participación del producto en las ramas de actividad. (5) El traslado de la remuneración a los asalariados, de los impuestos y subvenciones, se hace con base en el promedio ponderado de la participación en producción en cada rama en la producción principal y en la producción secundaria. (6) Y el traslado del excedente bruto de explotación y el ingreso mixto “se calcula como el saldo resultante del valor total de la producción por producto, menos los consumos intermedios, la remuneración a los asalariados y los impuestos y subvenciones” (DANE, 2013, p.25).

¹⁵ El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 2008, define las categorías de producciones secundarias, según la naturaleza de producción, dichas categorías son las utilizadas para realizar el traslado mencionado.

¹⁶ La transferencia de los consumos intermedios de las producciones secundarias, se realiza a partir del modelo de tecnología por producto o de tecnología por actividad.

I.5. Ajuste de la Matriz Insumo-Producto de Colombia del año 2010 a los datos de 2014

A continuación, se realiza la descripción del RAS como técnica de actualización de la Matriz Insumo Producto de Colombia (MIP_{nacional}) de 2010 a los datos de 2014, así como del proceso metodológico seguido para el ajuste; esto con el propósito de que el análisis de multiplicadores –que se presentará en el siguiente capítulo del documento–, se pueda desarrollar con tres MIP, la de 2005 y 2010 publicadas por el DANE y la de 2014 desarrollada como objetivo de la presente investigación.

I.5.1. Metodología RAS

Los coeficientes técnicos varían a través del tiempo, ya sea por cambios tecnológicos (receta de producción) o modos de producción (economías a escala) o por variaciones en los precios relativos, entre otros; y al ser los MIP un instrumento utilizado en la toma de decisiones, se hace pertinente contar con información actualizada de las relaciones productivas intersectoriales dadas en una economía (Mariña, 1993 y Parikh, 1979). A pesar de la importancia, los altos costos monetarios y de tiempo, hacen inviable contar con una serie de tiempo de las MIP obtenidas mediante datos primarios, por ello se recurre a la estimación de nuevos o actualizados coeficientes técnicos a través de métodos indirectos (Miller & Blair, 2009), y uno de dichos métodos es la metodología RAS.

La técnica RAS es un enfoque indirecto conocido también como ajuste biproporcional de equilibrio matricial o ajuste proporcional iterativo o método de encuesta parcial; llamado así porque se utiliza principalmente para balancear o dar consistencia entre las entradas no negativas de las MIP¹⁷ (Trinh & Viet, 2013 y European Commission, 2014), pero también es utilizado para ajustar a un espacio objetivo, es decir “regionalizar” (Fuentes, 2005) –proceso que se llevará a cabo más adelante–, o para evaluar el impacto en la economía a causa de un evento exógeno, es decir “pronosticar” (Miller & Blair, 2009).

¹⁷ La técnica RAS, también puede ser utilizada para equilibrar Matrices de Contabilidad Social.

La aplicación de la técnica RAS que se implementa a continuación, es el ajuste o actualización de los coeficientes técnicos de un año inicial a un año posterior o final por medio de dos efectos homogéneos (Duarte *et al.*, 2011 y Parikh, 1979):

- *Efecto sustitución (r)*, indica hasta qué punto el producto de la *i-ésima* rama ha sido reemplazado o usado como sustituto en la generación de producto de otras ramas; la sustitución se genera por ejemplo por cambios en los precios relativos. El efecto se observa vía filas.
- *Efecto fabricación (s)*, evidencia el grado en que el producto de la *j-ésima* rama ha sido absorbido. El efecto se observa vía columnas.

Por medio de estos dos efectos y llevando a cabo una solución iterativa de ecuaciones básicas de ciclos por tiempo, que dependen del nivel de brecha entre los datos base y la información exógena (Trinh & Viet, 2013), es posible predecir cantidades clave, demanda final, crecimiento del empleo y del producto para un año final; con tan solo el conocimiento de (Trinh & Viet, 2013; Miller & Blair, 2009; Fuentes, 2005 y Parikh, 1979):

- La matriz de coeficientes técnicos del año inicial o bien los datos de las transacciones intersectoriales del año inicial.
- Los valores marginales, es decir, la sumatoria de las transacciones intersectoriales por fila ($u(1)$) y la sumatoria de las transacciones intersectoriales por columna ($v(1)$), correspondientes al año final u objetivo.
- El valor del producto de cada una de las ramas de actividad para el año objetivo ($X(1)$).

Trinh y Viet (2013), explican que puede que se llame método RAS debido a quien dedujo el método, el economista Richard Stone;¹⁸ aunque Miller y Blair (2009) y, Fuentes y Brugés (2001) exponen que la razón por la cual se llama RAS es que el método simplemente multiplica una matriz diagonal denominada “R” que recoge el efecto sustitución, por la matriz de coeficientes técnicos del año inicial “A(0)”, y este resultado se posmultiplica por la matriz diagonal “S” que recoge el efecto fabricación, obteniendo: $A^1 = RA^0S$ (donde A^1 es la matriz de coeficientes técnicos nacional actualizada a partir de la matriz de coeficientes

¹⁸ La “A” queda sin explicación.

técnicos nacional de un año base conocido A^0), y ya la suma de las filas debe ser igual a las ventas intermedias y la suma de las columnas debe ser igual a las compras intermedias.

El método RAS se caracteriza porque (Parikh, 1979; Fuentes & Brugés, 2001; Fuentes, 2005; Miller & Blair, 2009 y European Commission, 2014):

- Su aplicación es simple. Es tan sólo un procedimiento iterativo de multiplicaciones o ajuste biproporcional entre filas y columnas de una matriz inicial, hasta alcanzar convergencia con los totales referentes al espacio y tiempo objetivo.
- Permite estimar un gran número de coeficientes (n^2) con una reducida cantidad de información ($3n$); información que es obtenida de encuestas similares a las encuestas de donde se obtiene la información para construir las MIP de fuente primaria.
- Es confiable, en tanto que en el proceso se preservan los signos iniciales de los coeficientes, y por tanto, las condiciones de viabilidad del modelo; también, preserva lo más posible las características de la matriz inicial o nacional y es una solución iterativa existente, única y siempre convergente.
- El proceso no modifica los coeficientes técnicos que son iguales a cero. Esto conlleva a dos efectos contrarios: el primero es que no se modifica el hecho de que, por ejemplo, el sector financiero no le compre directamente insumos al sector agropecuario, lo cual se ajusta a la realidad, en efecto los productos agropecuarios, no son ni serán en ningún momento insumo del sector financiero. Sin embargo, el procedimiento no prevé por ejemplo, que el sector automotriz que en un año inicial no le compraba nada a la rama del plástico, en un periodo siguiente si se pueda proveer de insumos de dicho sector, lo cual es posible, pero con el procedimiento no se puede prever.
- Es versátil, en cuanto es posible insertar en el planteamiento del método información parcial o trozos de información sobre las transacciones intermedias conocidas, minimizando así los errores propios del método matemático.

Es versátil también, porque permite ajustar la matriz de un año base a un año objetivo, utilizando como insumo los coeficientes técnicos o bien utilizando las transacciones intersectoriales, para luego derivar los coeficientes; sin que los resultados difieran.

- Al ser un ajuste biproporcional permite observar los cambios en las MIP de un año a otro, sin embargo, al trabajar con precios corrientes, no se puede identificar si dichos cambios se deben a cambios en los precios relativos o a cambios en el producto (cantidades).

- Alcanzar un buen ajuste depende: primero, de la calidad de la información exógena que se recolecte del año o espacio objetivo (se recomienda que sean datos obtenidos de censos, o por defecto, que tenga la mayor cobertura posible), de ello depende la no sub o sobreestimación de las celdas de la matriz de transacciones. Segundo, de la técnica de estimación si los datos requeridos son aproximados. Tercero, de la similitud entre la clasificación sectorial de la MIP a tratar y las fuentes de información requeridas; y por último, de la distancia de tiempo en que los cambios se analizan.

I.5.2. Especificaciones para aplicar el método RAS sobre la $MIP_{nacional}$, obtención de los datos requeridos y fuentes de información consultadas

El objetivo de este apartado es actualizar o ajustar la $MIP_{nacional}$ del año 2010 publicada por el DANE a la información del año 2014, último año para el cual se encuentran publicados los datos requeridos. En otras palabras, el objetivo que se pretende cumplir al aplicar el método RAS es desarrollar estimaciones razonables de los coeficientes técnicos para el año 2014, en ausencia de información de las transacciones intermedias.

El método puede ser aplicado a las 3 submatrices que componen la $MIP_{nacional}$, o tan sólo en la matriz de usos (o consumos) intermedios. Para el propósito de este apartado se realiza el procedimiento en dos de las submatrices: en la matriz de usos intermedios y en la matriz de demanda (o empleo) final; para ello, se requiere la información nacional de valor agregado (VA_{2014}) y producción (Y_{2014}) por ramas de actividad, y la suma total de los componentes de la demanda final (C_{2014} , G_{2014} , I_{2014} y E_{2014}) del año 2014 (Miller y Blair, 2009; Fuentes, 2005 y Dávila, 2002) como se muestra en la tabla 3.

La obtención de los datos necesarios para aplicar la metodología se expone a continuación:

- *Producción:* El DANE en investigaciones especiales publica anualmente la matriz de oferta de productos y la matriz de utilización de productos, más conocidas como Cuadros Oferta Utilización (COU), y específicamente en la matriz de oferta se detalla un vector

columna denominado “producción por producto a precio básico”¹⁹ al mismo nivel de desagregación de la MIP_{nacional} y a precios corrientes del año final; señalar que según la nota metodológica señalada en la sección anterior, este vector es el insumo para la construcción de las MIP por parte del DANE. Por lo anterior, la obtención de los datos de producción a través de la matriz de oferta es la más adecuada.

Tabla 3. Submatrices de la MIP_{nacional} donde se aplica el método RAS para actualizar y vectores que se requieren para llevarlo a cabo

		Ramas de actividad					Demanda final						
		Z_{ij}					$\sum_{i=1}^n Z_{ij}$	C	G	I	EX-IM	Y	X
		1.....61											
Ventas	1.....61	Z_{11}	Z_{12}	...	$Z_{1\ 61}$	Z_{1j}	C_1	G_1	I_1	E_1	Y_1	X_1	
		Z_{21}	Z_{22}	...	$Z_{2\ 61}$	Z_{2j}	C_2	G_2	I_2	E_2	Y_2	X_2	
		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
		Z_{611}	Z_{612}	...	$Z_{61\ 61}$	Z_{61j}	C_{61}	G_{61}	I_{61}	E_{61}	Y_{61}	X_{61}	
Pagos	$\sum_{j=1}^n Z_{ij}$	Z_{i1}	Z_{i2}	...	Z_{i61}	Submatrices a las que se les aplicara la técnica RAS							
	VA_j	VA_1	VA_2	...	VA_{61}	ΣC	ΣG	ΣI	ΣE				
	X	X_1	X_2	...	X_{61}	Vectores de información nacional de 2014 que se necesitan para llevar a cabo el método RAS							

donde Z_{ij} =Total de compras o ventas intersectoriales
 VA_j =Valor agregado de la rama j
 X = Producción o producto
 Y_i = Demanda final
 C_i =Consumo hogares
 G_i =Gasto de gobierno
 I_i =Formación bruta de capital
 $EX_i - IM_i$ =Exportaciones Netas

Fuente: Elaboración propia con base en la MIP nacional y la aplicación del método RAS.

Recordar la especificación realizada sobre los datos de producción realizada en la primera parte de este capítulo, donde la producción por rama en la MIP_{nacional} es tanto un vector fila como vector columna, y donde la producción es la misma si se detalla vía estructura

¹⁹ Un precio básico es el precio que recibe un productor de un bien o servicio de parte de un comprador, excluyendo márgenes de transporte, de comercio o cualquier clase de impuestos.

de costos o estructura de destino; jugando doble papel, los datos de producción sirven como insumo primario (detonado como vector columna) y como insumo secundario para calcular el total de los usos intermedios, tal y como se deduce de la gráfica anterior.

- *Valor agregado:* Los datos de valor agregado por rama de actividad también se deben obtener a precios básicos y corrientes de 2014. Los datos se obtienen a partir de las series de PIB trimestral publicados por el DANE para Colombia por grandes ramas y ramas de actividad; en éstas además de mostrar el PIB de cada rama, se muestra el subtotal de valor agregado por rama, que según Lora (2008) es el valor agregado a precios básicos. Con el propósito de comprobar lo mencionado por Lora se compara el valor agregado publicado en las series del PIB trimestral y el valor agregado registrado en las MIP de 2005 y 2010 para cada rama de actividad, lo que se encuentra es que si bien las cifras absolutas no son iguales, la participación del valor agregado dentro del valor de producción si lo es, de hecho, al realizar las diferencias de sus respectivas participaciones se encuentra que la mayor diferencia es del orden de 1.6% correspondiente a la rama de servicios a las empresas; por lo anterior, se puede afirmar que los datos otorgados por las series del PIB trimestral son adecuadas como insumo para la actualización de la MIP_{nacional}.

El único inconveniente con las series de PIB trimestral es que no se encuentran desagregadas de igual forma a como se encuentra la MIP_{nacional}, por lo que es necesario agrupar algunas actividades hasta el punto de pasar de tener 61 ramas a tan sólo 53 ramas de actividad; si bien no constituye mayor inconveniente (además del trabajo de agrupar las demás fuentes de información), lo ideal es siempre contar con el mayor nivel de desagregación posible. La agrupación de la cual se habla en este párrafo puede ser detallar en el anexo número 6.

- Al contar con los datos de producción y valor agregado, es posible obtener el vector fila del total de *usos intermedios* necesario para aplicar la metodología, la deducción es la siguiente: Si X_j que es el producto de la j -ésima rama, es la sumatoria entre los usos intermedios ($\sum Z_{ij}$) y las compras que la j -ésima rama realiza como pago a los asalariados, pago de impuestos, pago de los excedentes de explotación, y en general de los componentes del valor agregado (VA_j), entonces la sumatoria de los usos intermedios

será igual a la diferencia del producto de j -ésima rama y al valor agregado de la j -ésima rama (Miller & Blair, 2009 y Dávila, 2002), es decir:

$$\text{Si } X_j = \sum_{i=1}^n Z_{ij} + VA_j \quad \therefore \quad \sum_{i=1}^n Z_{ij} = X_j - VA_j \quad (14)$$

- *Demanda agregada:* Y los totales de los componentes de la demanda agregada se deducen así: el total de consumo de los hogares (C), consumo de gobierno (G), consumo de las Instituciones Sin Ánimo de Lucro al Servicio de los Hogares (ISFLSH) y Formación Bruta de Capital²⁰ (FBK) son tomados de las bases de Cuentas Económicas Integradas (CEI) publicadas por el DANE, en éstas se registran todas las transacciones que se dan en el país entre los agentes económicos, en éstas se resumen las cuentas de bienes y servicios, de capital, de distribución del ingreso, entre otros. Si bien, esta información también es encontrada en los COU, tomarlos de esta fuente implica no llegar al equilibrio, condición necesaria de los MIP y requisito para aplicar correctamente el RAS. El dato del total de exportaciones e importaciones (ambas en valor FOB) nacionales son obtenidas de las estadísticas del Departamento de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), y finalmente los ajustes CIF/FOB sobre importaciones fueron obtenidas de los COU.

I.5.3. Procedimiento al implementar la técnica RAS

En los documentos revisados se lleva a cabo la metodología de actualización tan sólo sobre la matriz de coeficientes técnicos pero como se describió, el objetivo es utilizar la técnica no solo en la submatriz de usos intermedios sino también en la submatriz de usos finales; entonces, lo que se realizara a continuación es describir el proceso tal y como lo plantean los documentos académicos y en la siguiente sección se describe el proceso para llevar a cabo la metodología RAS pero en las dos submatrices señaladas. Es conveniente describir los dos procesos para poder señalar puntualmente la implementación de la técnica, señalar las

²⁰ El dato de I_i para Colombia en el 2014 es igual tanto en CEI como en los COU.

ventajas y desventajas de esté, y a su vez distinguir las similitudes y diferencias al aplicar el método sobre una submatriz o sobre varias.

Con el propósito de exponer de la forma más sencilla la técnica, la metodología se desarrolla sobre la MIP_{nacional} de 2010 agregada en 3 sectores. Aclarar que si bien un procedimiento RAS aplicado a una matriz tan reducida no es lo más adecuado puesto que no hay flexibilidad de ajuste (Miller & Blair, 2009),²¹ la agregación se realiza con fines explicativos.

1.5.1.1. RAS aplicado tan sólo sobre la matriz de usos intermedios

Se tiene una matriz de coeficientes técnicos obtenida por medio de la MIP_{nacional} de 2010 publicada por el DANE para la economía de Colombia agregada en 3 sectores, llamada $A(0)$; y se plantea actualizar la matriz a un año más reciente o año objetivo: 2014, la cual se denominara $\tilde{A}(1)$.

$$A(0) = \begin{bmatrix} a_{11}(0) & a_{12}(0) & a_{13}(0) \\ a_{21}(0) & a_{22}(0) & a_{23}(0) \\ a_{31}(0) & a_{32}(0) & a_{33}(0) \end{bmatrix} \quad \therefore \quad A(0) = \begin{bmatrix} 0.0559 & 0.1253 & 0.0059 \\ 0.0995 & 0.3106 & 0.1083 \\ 0.0858 & 0.1700 & 0.2468 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Miller y Blair (2009) plantean que la metodología genera la estimación de nuevos coeficientes a partir de 3n piezas de información correspondientes al año 2014: valor de producción por sectores ($X(1)$), compras intermedias ($u(1)$) y ventas intermedias ($v(1)$), así:

$$\begin{aligned} X(1) &= [143,931 \quad 444,467 \quad 672,546] \\ u_i &= \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad \therefore \quad u(1) = \begin{bmatrix} 64,921 \\ 212,010 \\ 290,254 \end{bmatrix} \\ v_j &= \sum_{i=1}^n Z_{ij} \quad \therefore \quad v(1) = [35,823 \quad 264,508 \quad 266,854] \end{aligned} \quad (16)$$

Se parte del supuesto de que los coeficientes técnicos permanecen constantes a lo largo del tiempo, es decir que $A(0) = \tilde{A}(1)$ y se procede a comprobarlo. Lo primero es estimar la matriz

²¹ Parikh (1979) aclara que a su vez, una matriz con gran nivel de desagregación, también es poco probable que sea precisa.

de transacciones objetivo (Z^0) a través de la información de $A(0)$ y de la matriz diagonal de $X(1)$ ($\hat{X}(1)$), de la siguiente forma:

$$Z^0 = A(0)\hat{X}(1) = \begin{bmatrix} a_{11}(0) & a_{12}(0) & a_{13}(0) \\ a_{21}(0) & a_{22}(0) & a_{23}(0) \\ a_{31}(0) & a_{32}(0) & a_{33}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(1) & 0 & 0 \\ 0 & x_1(1) & 0 \\ 0 & 0 & x_1(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}(0)x_1(1) & a_{12}(0)x_2(1) & a_{13}(0)x_3(1) \\ a_{21}(0)x_1(1) & a_{22}(0)x_2(1) & a_{23}(0)x_3(1) \\ a_{31}(0)x_1(1) & a_{32}(0)x_2(1) & a_{33}(0)x_3(1) \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\therefore Z^0 = A(0)\hat{X}(1) = \begin{bmatrix} 8,041.4 & 55,690.4 & 3,961.3 \\ 14,328.2 & 138,070.9 & 72,865.5 \\ 12,344.2 & 75,576.1 & 166,014.8 \end{bmatrix}$$

Y ahora se procede a comprobar si la suma de filas y columnas de la matriz Z^0 corresponde de la información que se tiene sobre la economía de Colombia para el 2014 (año objetivo) representada en $u(1)$ y $v(1)$.

Se comprueba si la suma por filas de Z^0 es igual o difiere de $u(1)$:

$$u^0 = Z^0 i = \begin{bmatrix} 67,693.2 \\ 225,264.6 \\ 253,935.1 \end{bmatrix} \neq u(1) = \begin{bmatrix} 64,921 \\ 212,010 \\ 290,254 \end{bmatrix}$$

Y de igual forma se comprueba si la suma por columnas de Z^0 es igual o difiere de $v(1)$

$$v^0 = i' Z^0 = [34,713.9 \quad 269,337.4 \quad 242,841.1]$$

$$= \text{ó} \neq$$

$$v(1) = [35,823 \quad 264,508 \quad 266,854]$$

Si $u^0 = u(1)$ y $v^0 = v(1)$, el proceso finaliza y se obtienen los usos interindustriales adecuados para el año objetivo; pero es evidente que los vectores comparados no son iguales, por ende el proceso no ha finalizado y se debe iniciar la iteración.

Aclarar que si $u_i^0 > u(1)_i$ significa que los elementos en la i -ésima fila ($a_{i1}(0), a_{i2}(0), a_{i3}(0)$), son más grandes de lo que deberían ser, observar por ejemplo que $u_{11}^0 > u(1)_{11}$ en el ejemplo trabajado hasta el momento. De igual forma, si los elementos se comportan así: $u_i^0 < u(1)_i$ significa que son más pequeños de lo que deberían ser.

Con el propósito de detectar la magnitud de mencionadas diferencias entre vectores, se construye un “error” (ε) y se establece que la diferencia vía filas y vía columnas aceptable debe ser menor a 0.005.

$$\varepsilon = \sum |u_i(1) - u_i^k| + \sum |v_j(1) - v_j^k| < 0.005 \quad \text{para } i, j = 1, 2, 3, \dots, k \quad (18)$$

$\therefore$

$$\varepsilon = \sum |u_i(1) - u_i^0| + \sum |v_j(1) - v_j^0| < 0.005$$

$$\varepsilon = |20,292.2| + |20,292.2| > 0.005$$

Al ver que los vectores no son iguales, se realiza el primer ajuste de filas de la siguiente forma:

$$r_i^1 = \frac{u_i(1)}{u_i^0} \text{ o bien } r^1 = [\hat{u}(1)](\hat{u}^0)^{-1} \quad (19)$$

$\therefore$

$$r_i^1 = \begin{bmatrix} r_1^1 = 64,921/67,693.2 = 0.9590 \\ r_2^1 = 212,010/225,264.6 = 0.9412 \\ r_3^1 = 290,254/253,935.1 = 1.1430 \end{bmatrix}, \text{ si } u_i^0 > u_i(1) \Rightarrow r_i^1 < 1$$

Seguido a obtener el primer ajuste de filas, se sigue a 1) multiplicar el ajuste (r_i^1) por los elementos de $A(0)$, generándose un nuevo set de coeficientes (A^1) que al 2) multiplicarlos por $X(1)$ y luego 3)sumarlos por filas, da exactamente lo deseado: un conjunto de suma de filas (u^1) que corresponde exactamente a $u(1)$, y está ya constituye una mejor aproximación:

$$1) \quad A^1 = \hat{r}^1 A(0) = \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0 \\ 0 & 0.94 & 0 \\ 0 & 0 & 1.14 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.06 & 0.13 & 0.01 \\ 0.10 & 0.31 & 0.11 \\ 0.09 & 0.17 & 0.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.12 & 0.01 \\ 0.09 & 0.29 & 0.10 \\ 0.10 & 0.19 & 0.28 \end{bmatrix}$$

$$2) \quad Z^1 = \hat{r}^1 A(0) \hat{X}(1) = A^1 \hat{X}(1) = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.12 & 0.01 \\ 0.09 & 0.29 & 0.10 \\ 0.10 & 0.19 & 0.28 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 143,931 & 0 & 0 \\ 0 & 444,467 & 0 \\ 0 & 0 & 672,546 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7712 & 53410 & 3799 \\ 13485 & 129947 & 68578 \\ 14110 & 86385 & 189759 \end{bmatrix}$$

$$3) \quad u^1 = Z^1 i = \begin{bmatrix} 64,921 \\ 212,010 \\ 290,254 \end{bmatrix} = u(1) = \begin{bmatrix} 64,921 \\ 212,010 \\ 290,254 \end{bmatrix}$$

En forma de notación, el primer ajuste de filas quedaría representado así (Miller & Blair, 2009, p. 317):

$$u^1 = Z^1 i = [\hat{r}^1 A(0) \hat{X}(1)] i = \{[\hat{u}(1)](\hat{u}^0)^{-1} \hat{u}^0\} i = u(1) \quad (20)$$

Nota: Los superíndices en por ejemplo u^1 o Z^1 indica el número de modificaciones o iteraciones, no es potencia.

A continuación se verifica si la suma por columnas de la matriz mejorada (Z^1), captura la información en $v(1)$ que se conoce para el año objetivo; y se calcula el error.

$$v^1 = (Z^1)' i = [35,307 \quad 269,742 \quad 262,136] \neq v(1) = [35,823 \quad 264,508 \quad 266,854]$$

$$\varepsilon = |0| + |10468| > 0.005$$

Si v^1 hubiera sido igual a $v(1)$ y el error menor a 0.005, se tendría sumas de filas y columnas que corresponden a $u(1)$ y $v(1)$; pero como no son iguales, se debe modificar los elementos de $A^1 = \hat{r}^1 A(0)$ columna por columna, multiplicando por el efecto fabricación (S_j), así:

$$s_j^1 = \frac{v_i(1)}{v_i^1} \text{ o bien } s^1 = [\hat{v}(1)](\hat{v}')^{-1} \quad (21)$$

$$s_j^1 = \begin{bmatrix} 35,823 & 264,508 & 266,854 \\ 35,307 & 269,742 & 262,136 \end{bmatrix} = [1.01 \quad 0.98 \quad 1.02] \text{ , si } v_j^1 < v_j(1) \Rightarrow s_j^1 > 1$$

Y se realiza un procedimiento similar al descrito en párrafos anteriores: 1) se multiplica el ajuste (s_i^1) por los elementos de A^1 (la matriz modificada en el ajuste de filas), se genera una nueva matriz de coeficientes (A^2) que 2) al multiplicarla por $X(1)$ y luego 3) sumarlos por columnas, da lo deseado: un conjunto de suma de columnas (v^2) que corresponde exactamente a $v(1)$, y esta nueva matriz constituye una mejor aproximación aún.

$$1) \quad A^2 = A^1 \hat{s}^1 = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.12 & 0.01 \\ 0.09 & 0.29 & 0.10 \\ 0.10 & 0.19 & 0.28 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0.98 & 0 \\ 0 & 0 & 1.02 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.12 & 0.01 \\ 0.10 & 0.29 & 0.10 \\ 0.10 & 0.19 & 0.29 \end{bmatrix}$$

$$2) \quad Z^2 = A^1 \hat{s}^1 \hat{X}(1) = A^2 \hat{X}(1) = \begin{bmatrix} 7,825 & 52,374 & 3,867 \\ 13,682 & 127,426 & 69,812 \\ 14,316 & 84,709 & 193,174 \end{bmatrix}$$

$$3) \quad v^2 = (Z^2)' i = [35,823 \quad 264,508 \quad 266,854] = v(1) = [35,823 \quad 264,508 \quad 266,854]$$

A continuación se verifica si la suma por filas de la matriz mejorada (Z^2), captura la información que se conoce para el año objetivo en $u(1)$ y se calcula el error correspondiente.

$$u^2 = Z^2 i = \begin{bmatrix} 64,066 \\ 210,920 \\ 292,199 \end{bmatrix} \neq u(1) = \begin{bmatrix} 64,921 \\ 212,010 \\ 290,254 \end{bmatrix}$$

$$\varepsilon = |3,890.59| + |0| > 0.005$$

Si u^2 hubiera sido igual a $u(1)$ y el error menor a 0.005, se tendría sumas de filas y columnas que corresponden a $u(1)$ y $v(1)$; pero como no son iguales, se debe modificar los elementos

de A^2 , ahora fila por fila, por ende, se repite el proceso señalado. Y en el momento en que $\hat{r}$ y $\hat{s}$ sean igual a una matriz identidad, significará que se habrá llegado a la matriz correspondiente al año objetivo: $\tilde{A}(I)$.

Para asegurar que el cambio entre A^1 y A^2 , ha sido correctamente realizado, verificar que a partir de $A^1 = \hat{r}^1 A(0)$ y $A^2 = A^1 \hat{s}^1$, se puede llegar a que:

$$A^2 = \hat{r}^1 A(0) \hat{s}^1$$

$$\begin{bmatrix} 0.05 & 0.12 & 0.01 \\ 0.10 & 0.29 & 0.10 \\ 0.10 & 0.19 & 0.29 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0 \\ 0 & 0.94 & 0 \\ 0 & 0 & 1.14 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.06 & 0.13 & 0.01 \\ 0.10 & 0.31 & 0.11 \\ 0.09 & 0.17 & 0.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0.98 & 0 \\ 0 & 0 & 1.02 \end{bmatrix} \quad (22)$$

$$\begin{bmatrix} 0.05 & 0.12 & 0.01 \\ 0.10 & 0.29 & 0.10 \\ 0.10 & 0.19 & 0.29 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.12 & 0.01 \\ 0.10 & 0.29 & 0.10 \\ 0.10 & 0.19 & 0.29 \end{bmatrix}$$

Si de (22) se omiten los superíndices, el símbolo de matriz diagonal y el cero en el lado derecho de la igualdad, se lee **RAS**, donde “R” es la matriz diagonal de los elementos modificados de las filas o efecto sustitución, “A” es la matriz original modificada y “S” es la matriz diagonal de los elementos modificados por columna o efecto fabricación.

Un proceso iterativo completo queda representado como sigue (Miller & Blair, 2009, p.319):

$$\begin{aligned} & \text{Si } A^1 \neq A(0) \text{ entonces} \\ & A^1 = \hat{r}^1 A(0) \\ & A^2 = \hat{r}^1 A(0) \hat{s}^1 \\ & A^3 = \hat{r}^2 \hat{r}^1 A(0) \hat{s}^1 \\ & A^4 = \hat{r}^2 \hat{r}^1 A(0) \hat{s}^1 \hat{s}^2 \\ & A^5 = \hat{r}^3 \hat{r}^2 \hat{r}^1 A(0) \hat{s}^1 \hat{s}^2 \\ & A^5 = \hat{r}^3 \hat{r}^2 \hat{r}^1 A(0) \hat{s}^1 \hat{s}^2 \hat{s}^3 \\ & \vdots \\ & A^{2n} = [\hat{r}^n \dots \hat{r}^1] A(0) [\hat{s}^1 \dots \hat{s}^n] \end{aligned} \quad (23)$$

Como se detalló, la metodología consiste en plantear unas condiciones iniciales y generar las iteraciones necesarias hasta que las condiciones se cumplan, para ello, se puede utilizar el software Microsoft Excel. Al implementar un ejercicio de 3 sectores, usar Excel es bastante sencillo, pero al usar MIP de mayor tamaño, el ejercicio se complica. Por ello, en la presente investigación se propone utilizar el software MATLAB, el cual permite realizar operaciones matriciales con facilidad. La generación del programa –y que se detalla en el anexo 1– se

realizó primero con base en el ejercicio de explicación que se plantea en Miller y Blair (2009, p.320), esto con el fin de verificar que el programa que se plantea otorga los mismos resultados que se muestran en el libro, de igual forma se realiza un ejercicio preliminar con una matriz de tamaño 60x60 en Excel. Y ya corroborando que los comandos se ejecutan de forma correcta, se cambian los datos para llevar a cabo el ejercicio para la actualización de la MIP de Colombia de 2010 a 2014 agregado a tres sectores, y los resultados obtenidos son los siguientes:

$$\tilde{A}(1) = \begin{bmatrix} 0.0551 & 0.1193 & 0.0059 \\ 0.0953 & 0.2875 & 0.1049 \\ 0.0984 & 0.1883 & 0.2860 \end{bmatrix}; Z(1) = \tilde{A}(1)\hat{X}(1) = \begin{bmatrix} 7,933.3 & 53,034 & 3,953.2 \\ 13,724 & 127,760 & 70,522 \\ 14,166 & 83,709 & 192,380 \end{bmatrix}$$

$$\varepsilon = |7.22| + |6.39| > 0.005$$

Miller y Blair (2009 p. 322-325) realizan algunas observaciones que ayudan a interpretar los resultados obtenidos: 1) Si se compararan los resultados de la actualización generados por medio del RAS, con los datos de una MIP obtenida por el enfoque directo, se observarían diferencias significativas entre los elementos de ambas matrices, sin embargo si se generara una matriz de diferencias entre las dos matrices y de ésta se hiciera la suma por columnas, dichas sumas darían aproximadamente cero. 2) Lo anterior no implica que los resultados que arroja el método son los más apropiados, y la razón es sencilla: al trabajarse con una matriz 3x3, no hay flexibilidad de ajuste y por ende no hay forma de disminuir el error; en cambio, al implementar el método en una matriz más realista, ejemplo una matriz de tamaño 53x60, habría más elementos disponibles para ajustar en alguna fila o columna, y por tanto, hay más flexibilidad para producir una estimación más exacta de la actualización de la matriz objetivo. 3) Aún al trabajar con una matriz de un tamaño considerable, la precisión de las celdas seguirá presentando problemas, sin embargo para las pruebas realizadas en conjunto (toda la matriz) los resultados serán acertados. Aún más, si los análisis se implementan con la inversa de Leontief, el porcentaje de error disminuirá.

1.5.1.2. RAS aplicado en la matriz de usos intermedios y finales

Como objetivo de la presente investigación se plantea implementar la técnica RAS como método de actualización de la MIP_{nacional} de 2010 publicada por el DANE a información del año 2014, dicha información al igual que en la MIP de 2010 debe estar en precios corrientes y en miles de millones de pesos colombianos (COP). Para cumplir el objetivo, se modifican dos condiciones de las establecidas en el apartado anterior, estas son:

- La actualización no se aplica sobre la matriz de coeficientes técnicos sino directamente sobre la matriz de transacciones intermedias, realizarlo así según Miller y Blair (2009, p.327-328) no implica obtener resultados diferentes y de hecho, el proceso se simplifica ya que no sería necesario que en cada paso se multiplique la matriz de coeficientes técnicos por la matriz diagonal obtenida del vector producto para poder verificar si existen diferencias aceptables o no entre las sumas de filas y columnas de la matriz resultante y los vectores $u(1)$ y $v(1)$. Entonces ya no se trabaja a partir de $\tilde{A}^A(1) = \hat{r}^A A(0) \hat{s}^A$ sino sobre $\tilde{Z}^Z(1) = \hat{r}^Z Z(0) \hat{s}^Z$, y a partir de $\tilde{Z}^Z(1)$ obtener la matriz de coeficientes técnicos al finalizar el proceso, de la siguiente forma $\tilde{A}^Z(I) = \tilde{Z}^Z(I) \hat{X}(I)^{-1}$.²²
- La metodología no solo se aplica sobre la matriz de usos intermedios sino también sobre la matriz de usos finales (demanda final). Realizarlo de esta forma facilita la obtención de datos, puesto que si el RAS se aplicara sólo sobre la matriz de usos intermedios se necesitaría el vector del total de ventas intermedias para cada sector y deducirlo implica obtener el vector del total de la demanda final por sector y el vector del valor de la producción ($\sum_{j=1}^n Z_{ij} = X_i - Y_i$). En cambio, al aplicarlo sobre las matrices de usos intermedios y finales implica solo contar con la información de producción por rama de actividad (que es el mismo vector marginal de la matriz vía fila y vía columna) y los totales para cada uno de los componentes de la demanda ($C_i + I_i + G_i + E_i$); además que

²² Si bien esta notación no había sido escrita previamente, es utilizada solamente para denotar que los supra índices “A” hacen referencia a realizar el método utilizando la matriz de coeficientes técnicos y los supra índices “Z” hacen referencia a realizar el método con la matriz de transacciones intersectoriales directamente, es solo para realizar la distinción.

ahora se contaría con la actualización también para la matriz de demanda final, por si se plantea analizarla.

Para la realización del procedimiento se debe contar con la siguiente información que contiene la tabla 4:

Tabla 4. Submatrices de usos intermedios y finales de la MIP_{nacional} de 2010 agregada a tres sectores y descripción de la información que se requiere para llevar a cabo la actualización al año 2014, en miles de millones de pesos colombianos a precios corrientes

	1	2	3	Ci	Gi	SHi	li	Ei	Mi	C/F i	Xi_2010	Xi_2014
1	5,870	41,259	2,852	13,515	16	0	3,178	42,700	-4,317	0	105,073	143,931
2	10,460	102,291	52,460	101,493	2,091	0	104,441	35,384	-79,334	0	329,286	444,467
3	9,012	55,991	119,524	206,339	88,382	1,594	8,371	4,524	-13,723	4,194	484,208	672,546
Zj-2010	25,342	199,540	174,837	321,347	90,489	1,594	115,990	82,608	-97,374	4,194		
Zj-2014	35,823	264,508	266,854	385,100	115,167	2,902	198,896	109,717	-122,217	4,194		

Donde:

	Matriz de usos intermedios de 2010
	Matriz de usos finales de 2010
	Vector columna del valor de producto por sector para el 2010
	Vector columna del valor de producto por sector para el 2014
	Total compras intermedias de 2010 (suma de columnas de la matriz de usos intermedios)
	Total compras intermedias de 2014
	Total de los componentes de la demanda final de 2010
	Total de los componentes de la demanda final de 2014

Fuente: Elaboración propia.

Los vectores requeridos cambian de la siguiente forma:

- En el procedimiento anterior se tenía una matriz de coeficientes técnicos de tamaño 3x3, aquí se va a trabajar con una matriz de transacciones de tamaño 3x10, que incluye la matriz de usos intermedios y finales.
- El vector columna $u(1)$, que antes representaba la sumatoria de los usos intermedios por filas para el año objetivo, ahora será igual al vector de producción ($X(1)$), puesto que la suma contendrá además de la suma de usos intermedios, la suma de los componentes de la demanda final por sector (es decir, $\sum Z_i$ y Y_i).
- De igual forma, el vector fila $v(1)$ que antes representaba la sumatoria por columnas de la matriz de usos intermedios y era de tamaño 3, ahora será un vector fila de 10 elementos,

al contener además de la sumatoria por columnas de la matriz de usos intermedios (ΣZ_j), el total por columnas de los componentes de la demanda final (ΣY_j).

$$u_i = [\Sigma Z_{ij}; \Sigma C_i; \Sigma G_i; \Sigma SH_i; \Sigma I_i; \Sigma E_i; \Sigma M_i; \Sigma C/F_i] \Rightarrow u(1) = X'(1) = \begin{bmatrix} 143,931 \\ 444,467 \\ 672,546 \end{bmatrix} \quad (24)$$

$$v_j = [\Sigma Z_{ij}; \Sigma C_j; \Sigma G_j; \Sigma SH_j; \Sigma I_j; \Sigma E_j; \Sigma M_j; \Sigma C/F_j] \Rightarrow$$

$$v(1) = [35,823 ; 264,508 ; 266,854 ; 385,100 ; 115,167 ; 2,902 ; 198,896 ; 109,717 ; -122,217 ; 4,194]$$

Recordar que no hay necesidad de realizar $Z^0 = A(0)\hat{X}(1)$, porque se está trabajando directamente con la matriz de transacciones; por tanto, el primer paso es comprobar que la suma por filas de Z^0 es igual al vector de $u(1)$ correspondiente a la información nacional de 2014.

$$u^0 = Z^0 i = \begin{bmatrix} 105,073 \\ 329,286 \\ 484,208 \end{bmatrix} \neq u(1) = \begin{bmatrix} 143,931 \\ 444,467 \\ 672,546 \end{bmatrix}$$

De igual forma, se comprueba si la suma por columnas de Z^0 es igual o diferente al vector de $v(1)$.

$$v^0 = i' Z^0 = [25,342; 199,540; 174,837; 321,347; 90,489; 1,594; 115,990; 82,608; -97,374; 4,194]$$

$\neq$

$$v(1) = [35,823 ; 264,508 ; 266,854 ; 385,100 ; 115,167 ; 2,902 ; 198,896 ; 109,717 ; -122,217 ; 4,194]$$

Es evidente que los vectores comparados no son iguales, esto se comprueba con el error establecido en (18).

$$\varepsilon = \sum |u_i(1) - u_i^0| + \sum |v_j(1) - v_j^0| < 0.005$$

$$\varepsilon = |392,064| + |342,377| > 0.005$$

Al comprobar que el error es mayor a 0.005, se realiza el primer ajuste de filas, tal y cómo se estableció en (19), la diferencia con lo establecido en (19) es que el procedimiento se realiza en un solo paso, no en dos, así:

$$\text{Si } r_i^1 = \frac{u_i(1)}{u_i^0} \text{ y } Z^1 = \hat{r}^1 Z^0 \Rightarrow Z^1 = \left(\frac{u(1)}{u^0} \right) Z^0 \quad (25)$$

ó

$$\text{si } r_i^1 = [\hat{u}(1)](\hat{u}^0)^{-1} \text{ y } Z^1 = \hat{r}^1 Z^0 \Rightarrow Z^1 = ([\hat{u}(1)](\hat{u}^0)^{-1}) Z^0$$

De esta forma se colocó en la programación realizada en MATLAB, de hecho, utilizar este software es conveniente porque permite realizar multiplicaciones o divisiones matriciales elemento a elemento sólo colocando un punto (.) antes del signo del operador que se maneje, lo cual es muy conveniente para el proceso planteado. Notar además, que si bien se trabaja con matrices que no son cuadradas, al hacer las operaciones correspondientes no se generan inconvenientes con las reglas matriciales, por ejemplo, al desarrollar Z^1 , $\hat{r}^1$ es de tamaño 3x3 y Z^0 es de tamaño 3x10, y se obtiene una nueva matriz de transacciones de tamaño 3x10, que ahora supone una mejor aproximación del año objetivo.

Y se comprueba nuevamente, si la suma por filas y la suma por columnas de esta nueva matriz de transacciones (Z^1) corresponde a los vectores de información para el año 2014. A continuación se presenta el valor del error obtenido a partir de esta primera iteración.

$$\varepsilon = |0| + |159,977.96| > 0.005$$

El ajuste por filas está hecho, y tal cómo lo refleja el error, se debe continuar ahora con el ajuste de columnas, que sigue un proceso similar al descrito para el ajuste de filas, de la siguiente forma:

$$\text{Si } s_i^l = \frac{v_i(l)}{v_i^l} \text{ y } Z^2 = Z^l s \hat{s}^l \Rightarrow Z^2 = Z^l \left(\frac{\overline{v(1)}}{v^1} \right) \quad (26)$$

o bien

$$\text{Si } s_i^1 = [\hat{v}(1)](\hat{v}^1)^{-1} \text{ y } Z^2 = Z^1 \hat{s}^1 \Rightarrow Z^2 = Z^1 ([\hat{v}(1)](\hat{v}^1)^{-1})$$

Y el error para la iteración por columnas es:

$$\varepsilon = |61,457.56| + |0| > 0.005$$

Y al implementar la técnica en MATLAB, la matriz de transacciones resultante es la siguiente:

Tabla 5. MIP_{nacional} de 2010 agregada a tres sectores, ajustada a la información del año 2014 en dos submatrices, en miles de millones de pesos colombianos y a precios corrientes

	1	2	3	Ci	Gi	SHi	li	Ei	Mi	C/F i	Xi_2010	Xi_2014
1	8,410	56,298	4,259	15,920	19	-	5,933	58,905	(5,814)	-	143,931	143,931
2	13,541	126,121	70,796	108,028	2,247	-	176,173	44,107	(96,545)	-	444,467	444,467
3	13,872	82,089	191,798	261,152	112,901	2,902	16,790	6,706	(19,858)	4,194	672,546	672,546
Zj-2010	35,823	264,508	266,854	385,100	115,167	2,902	198,896	109,717	(122,217)	4,194		
Zj-2014	35,823	264,508	266,854	385,100	115,167	2,902	198,896	109,717	(122,217)	4,194		

Fuente: Elaboración propia utilizando el software MATLAB.

Y el error que se obtiene finalmente es:

$$\varepsilon = |0| + |0.0019| < 0.005$$

Con ello, se tendría la MIP de Colombia ajustada a la información del año 2014.

II. MATRIZ INSUMO PRODUCTO NACIONAL DE 2010 AJUSTADA A LA REGIÓN ORIENTAL DE COLOMBIA “REGIONALIZACIÓN DE LA MIP”

“... el progreso será tanto más rápido y su coste, expresado en función del trabajo, el capital y el sacrificio humano involucrados, tanto menor, cuanto más exacto y detallado sea el plano que nos indique el camino a seguir.” Leontief (1985, p.125)

Al realizar un análisis económico regional es pertinente identificar las necesidades y potencialidades del territorio objetivo, por medio de la observación de las relaciones intersectoriales, el grado de integración, la identificación de las actividades más relevantes y el cambio de las mismas; para así realizar una planeación acorde a las exigencias sociales y económicas de las regiones²³ y generar efectos multiplicadores de alto impacto (Moreno & Anguiano, 2006, Fuentes, 2005 y, Albornoz *et al.*, 2012). De aquí, la importancia de la construcción de los MIP regionales, ya que estos permiten identificar flujos sectoriales, así como el origen y destino de los flujos comerciales (Fuentes & Brugés, 2001) y medir el encadenamiento de las actividades para el diseño de políticas que impulsen el crecimiento en las regiones (Hahn, 2016).

A pesar de que los sistemas de recopilación y publicación de información han registrado avances, estos distan de ser óptimos y por lo general la información no se publica en una desagregación que permita realizar investigación integra a nivel regional, ni en una serie de tiempo que permita el diseño e instrumentación de políticas de desarrollo. Además, los altos costos monetarios y de tiempo, dificultan la obtención de información vía métodos directos; por tanto, se hace necesario recurrir a la estimación de variables principales a través de enfoques indirectos utilizando la información de censos económicos, anuarios estadísticos y fuentes nacionales; y la realización de técnicas especializadas para estimar futuros

²³ En el ámbito económico se destaca la identificación de actividades relevantes para una correcta asignación de los recursos de inversión (Fuentes, 2005).

coeficientes (Parikh, 1979; Fuentes & Brugés, 2001; Dávila, 2002; Fuentes, 2005 y Miller & Blair, 2009), y así poder implementar análisis regionales.

Mencionar que una restricción importante que se presenta al llevar a cabo un análisis regional, como el aquí propuesto, es el hecho de que la región es un área geográfica pequeña, por ende, depende en gran medida del comercio con otras regiones y países; es por ello que la parte exógena de la demanda final juega un rol aún mucho más importante en el ámbito regional (Bonet, 2000). A pesar de esta afirmación, en la presente investigación, se trabaja el comercio regional solo con los datos otorgados por la DIAN que corresponden a información del comercio exterior de la región, entendiendo que las estadísticas del comercio entre regiones es nulo. Pero si es de interés estudiar estimaciones del comercio interregional entre los departamentos de Colombia, dirigirse al texto de Haddad *et al.* (2016).

Ahora bien, bajo la premisa de que Colombia es un país de regiones (Bushnell, 1994; Galvis, 2001) y bajo la división regional realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y el Banco de la República de Colombia (BanRep) en los Informes de Coyuntura Económica Regional (ICER)²⁴; el objeto de estudio de la presente investigación es la Región Oriental de Colombia, constituida por los departamentos de Boyacá, Meta, Santander y Norte de Santander. Es de interés añadir a la anterior definición de región al departamento de Cundinamarca,²⁵ puesto que en un conocimiento *a priori*, este departamento guarda estrecha relación económica en cuanto a similitudes en el desarrollo de actividades,

²⁴ El DANE y Banrep dividen el territorio colombiano en 8 regiones las cuales son: Región Central conformada por los departamentos de Caldas, Risaralda, Tolima, Quindío, Huila y Caquetá; Región Atlántica conformada por Atlántico, Bolívar, Magdalena, Córdoba, Cesar, Sucre, La Guajira y San Andrés; Región Pacífica conformada por Valle del Cauca, Nariño, Chocó y Cauca; Región Orinoquía conformada por Casanare, Arauca y Vichada, Región Amazonía conformada por Putumayo, Amazonas, Vaupés, Guaviare y Guainía; se toma como una sola región a Antioquia; como una sola región a Bogotá d.c. y el resto del departamento de Cundinamarca, y por último el objeto de estudio de la presente investigación, la Región Oriental. Igualmente, esta división es la que se utilizará a lo largo del desarrollo del documento (ICER, 2013).

²⁵ En las divisiones de los ICER forma otra región junto a Bogotá D.C. Es pertinente aclarar que Bogotá es la capital del país y también es la capital del departamento de Cundinamarca, sin embargo, solo se incluye en el objeto a estudiar a Cundinamarca puesto que solo Bogotá D.C. es generadora del 22% del PIB nacional, hecho que sesgaría los resultados obtenidos de los demás territorios y desviaría la atención del análisis al desempeño de la capital colombiana.

como en interdependencia comercial con los demás territorios que conforman el objeto a estudiar (ICER, 2013).²⁶

Para cumplir cabalmente con el objetivo general de la presente investigación, el cual es describir el entramado productivo de la Región Oriental del territorio colombiano, detectando las ramas de actividad de mayor relevancia para la economía referida por medio del tratamiento de la MIP regionalizada; se propone dividir el capítulo en 2 grandes secciones: en la primera sección se presenta el marco teórico que tiene como propósito: fundamentar importancia del análisis regional en el marco del crecimiento económico, exponer la importancia de los Modelos Insumo-Producto (MIP) como herramienta para el análisis regional y exponer los tratamientos relevantes que se han realizado para las regiones de Colombia en torno a los MIP.

En la segunda sección se describe a la metodología RAS cómo técnica de regionalización, así como la precisión estadística implementada para la obtención de los datos para llevar a cabo la metodología.

II.1. Marco teórico

El marco teórico propuesto tiene como finalidad dar un sustento teórico y analítico que justifique la relevancia del análisis regional a través de varios pasos: 1) explicación de la importancia del análisis regional en la actualidad y definición básica de región, 3) exposición de planteamientos teórico regionales que pretenden encontrar los determinantes y dinámicas de crecimiento, 4) la mención de algunas de las metodologías relevantes y más utilizadas en el análisis regional, y por último 5) la identificación de tratamientos relevantes de los MIP regionales en Colombia.

²⁶ Se han revisado los ICER del año 2013 para los 5 departamentos que conforman la región aquí definida como objeto de estudio.

II.1.1. Importancia del análisis económico regional y definición de región

La importancia del análisis regional radica en que las economías en vez de globalizarse están tendiendo a regionalizarse (Ohmae, 1995). Si bien el esquema económico actual favorece la integración de los agentes económicos y de los factores de producción con el propósito de conformar redes internacionales de comercialización, según De Souza (2005) de igual forma se evidencia una globalización cargada de localismo, cuyo resultado obliga a los territorios a insertarse en un complejo, incierto y competitivo sistema, y a experimentar profundos cambios estructurales en sus economías (Stimson, Stough & Roberts, 2006). Por tal razón, es necesario examinar las condiciones que hacen que un territorio aumente su competitividad, y debido a la importancia adquirida recientemente por las regiones y su creciente participación en la economía global, se hace indispensable contar con un conocimiento detallado de la forma en que se estructura su tejido productivo y su laberinto de interdependencias, así como la dirección de las interacciones básicas inter e intrarregionales con el fin de capitalizar las oportunidades de crecimiento económico y conducir al progreso social (Isard, 1973).

Richardson (1978, p.14) define a la región como un “área dentro de la economía nacional con una estructura suficientemente completa como para que opere con independencia” sin que esto le reste importancia a la dependencia que pueda presentar con el resto de la economía. Asuad (2001) señala además, que la característica más importante de una región, es que es abierta en sentido económico, esto significa que en ella hay libre intercambio comercial y movilidad de factores; y estas características son las que determinan los posibles determinantes de crecimiento.

Para Richardson (1978) no existe una metodología puntual al momento de conformar una región, afirma que la delimitación a realizar debe estar en función de los objetivos de la investigación; a pesar de ello propone tres conceptualizaciones de región como guía de selección:

- *Región homogénea*, constituida a partir de características de agrupamiento como son los criterios económicos, históricos, geográficos o sociales. En esta conceptualización de región, las diferencias internas y las interacciones intrarregionales no son importantes, lo relevante son las características unificadoras.

- *Región nodal*, constituida a partir de áreas²⁷ de influencia polarizadas en un lugar central. En esta lo importante es la interdependencia, los flujos y la existencia de polos dominantes; ello significa que tanto las interacciones y diferencias intrarregionales son el foco de análisis.
- *Y región plan*, se constituye en función de fronteras territoriales y responden al propósito de implementar políticas de desarrollo y alcanzar una planificación satisfactoria.

La conceptualización elegida para el presente trabajo de investigación se basa en la “delimitación de región plan” establecida por DANE y Banrep que dividen el territorio colombiano en 8 regiones.²⁸

II.1.2. Planteamientos teóricos entorno al análisis económico regional

La variedad de planteamientos contruidos en torno al ámbito regional, evidencia, tal como lo señala Gutiérrez que:

...los factores que han propiciado el crecimiento económico son tan variados como heterogéneas las mismas regiones, por lo que más que considerar un único marco teórico de referencia lo pertinente es revisar las teorías de crecimiento regional bajo la perspectiva de la complementariedad, sin desdeñar, claro está, sus propias diferencias. (2006, p. 186)

Tomando en cuenta lo anterior, en los siguientes párrafos se hará mención de aquellos enfoques que insertan en su discusión la dualidad espacio-economía, que permiten comprender y estudiar las características y especificidad que presenta la economía regional, y que destacan los factores endógenos que determinan la dinámica de crecimiento de las

²⁷ Polèse (1998) define a un área como cualquier parte de un espacio bidimensional, que es útil para el análisis económico espacial.

²⁸ *Región Central* conformada por los departamentos de Caldas, Risaralda, Tolima, Quindío, Huila y Caquetá; *Región Atlántica* conformada por Atlántico, Bolívar, Magdalena, Córdoba, Cesar, Sucre, La Guajira y San Andrés; *Región Pacífica* conformada por Valle del Cauca, Nariño, Chocó y Cauca; *Región Orinoquía* conformada por Casanare, Arauca y Vichada, *Región Amazonía* conformada por Putumayo, Amazonas, Vaupés, Guaviare y Guainía; se toma como una sola región al departamento de *Antioquia*; como una sola región a la ciudad de *Bogotá D.C.*, y por último la *Región Oriental* conformada por los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander y Santander (ICER, 2013).

regiones.²⁹ Además, se introducen algunas nociones de teoría de localización, debido a que son enfoques transversales que explican la importancia del espacio en la teoría regional de crecimiento.³⁰

La primera teoría a considerar, a propósito de la apertura económica de las regiones y la inserción a un mundo globalizado, es la teoría de *base exportación* desarrollada principalmente por North y Friedman.³¹ Esta sostiene que el crecimiento de una región depende de la demanda de sus bienes exportables.³² De aclarar, que si bien la demanda de bienes exportables es exógena y un territorio tan reducido como una región no logra tener mayor influencia para la generación de condiciones, como por ejemplo políticas arancelarias, que impulsen el crecimiento por esta vía; la existencia de ventajas en los costos de producción, de transporte, y de insumos y materias primas, pueden, de acorde a la teoría de localización de Weber (1929) y de Lösch (1954), impactar en la ubicación de empresas productivas y coadyuvar en la generación de economías de escala. Así entonces, al darse el establecimiento de un bien o bienes susceptibles a ser exportados, se produce un “proceso de agrupamiento”, lo cual mejora la competitividad del bien o bienes en cuestión y genera mayor ingreso para la región (Gutiérrez, 2006).³³

²⁹ Si bien, en los documentos que exponen las teorías regionales de crecimiento se presentan por lo general, planteamientos como la teoría de crecimiento de Solow – Swan, la teoría de desarrollo endógeno de Romer, Lucas y Rebelo, y la teoría de la demanda y el multiplicador regional proveniente de la teoría keynesiana; en este apartado no se describen debido a que como señala Richardson (1978), estás al no introducir la dimensión espacial, al suponer homogeneidad en los factores que componen la función de producción y al trabajar bajo competencia perfecta, están afectando el estudio de la eficiencia en general de la actividad económica, en el sentido de que esto implica suponer que la economía funciona bajo movilidad perfecta de bienes y factores, costos de información nulos, y costos de transporte igual a cero; lo que deja de lado el estudio del nivel de conexión y la transcendencia de las barreras de circulación de flujos; permitiendo tan solo predecir parámetros. Además, mencionadas teorías, si bien procuran explicar la dinámica de crecimiento, son un traslado del ámbito macroeconómico al estudio de la economía regional (Gutiérrez, 2006).

³⁰ Stimson *et al.* (2006), resalta la importancia de aspectos como el espacio, la geografía, la historia, entre otros en el análisis regional.

³¹ Relacionado también con la teoría de causación acumulativa, que basa su planteamiento en el hecho de que al descubrir y desarrollar un bien susceptible de exportar, se iniciara un proceso de acumulación, que a su vez afecta a otro factor y así sucesivamente, generando una dinámica circular positiva (Moncayo, 2001)

³² Entiéndase como bien exportable, bajo la lógica de la técnica del coeficiente de localización a aquel que abastece la demanda local y adicional a eso, genera excedentes que susceptibles a ser exportados.

³³ Además del hecho de que las regiones no pueden influir en la demanda de los bienes exportables, se han expuesto otra clase de críticas al planteamiento, como por ejemplo, que dé está solo se pueden realizar análisis de corto plazo, puesto que es improbable predecir el comportamiento a futuro de las exportaciones, así como el

Algunos conceptos que maneja esta primera teoría permiten direccionarse a otros marcos propuestos, como es el caso del *enfoque de la predestinación* –también llamado diferencias de primera naturaleza–, que involucra a las particularidades físicas como factor para habitar y producir en un territorio. Si bien autores como Weber, Lösch o Krugman, consideran a este factor como especial y determinante, la corriente de predestinación no ha logrado explicar por qué entonces territorios dotados de abundante riqueza natural no han logrado destacarse –en términos de la teoría del centro-periferia– en el sistema de naturaleza jerarquizada; además Weber (1929) aunque considera a las particularidades físicas como especiales y determinantes, no las considera como un factor general de localización, sino más bien como un factor natural que puede configurar por ejemplo, el comportamiento de los costos de transporte, que sí es un factor general de localización.

Por su parte, puede que un bien sea exportable y que dependa de la cantidad de recursos o la estructura geográfica de la región, pero según el *enfoque del cambio estructural* la magnitud y trayectoria del crecimiento depende de la expansión de los sectores clave o avanzados y por ende depende en sí, de la estructura sectorial del aparato productivo de la región. Es decir, si la estructura económica está sustentada en sectores de crecimiento derivado, que dependen de la expansión general de la economía, implica que el que exista un bien exportable se derive en un crecimiento importante y sostenible (Moncayo, 2001).³⁴

Un enfoque adicional que se ramifica de la teoría de base exportación es el hecho de que si el crecimiento de la región es determinada por ésta, el crecimiento estará determinada por *ciclos económicos* y por ende de un proceso dinámico, inestable y no armónico, como lo describe Hirschman (Ocampo, 2008). Sin olvidar a Hirschman y a propósito de las exportaciones como motor de crecimiento, él menciona que si dichos productos exportables no están asociados a encadenamientos productivos directos entre los sectores de la región

cabal desarrollo de los entes económicos dedicados a exportar. Además, deja de lado la importancia de los factores neoclásicos del crecimiento como acumulación de capital, el progreso técnico, la inversión, o aspectos sociales como la inmigración, entre otros.

³⁴ La teoría de cambio estructural, planteado por Young, Clark y Fisher, sostiene además que el desarrollo de una región se relaciona con las etapas del crecimiento y el paso de la especialización en el sector primario a la especialización del sector secundario unido estrechamente al terciario. Esto debido a que las actividades primarias generan menor productividad, no generan externalidades positivas y no favorecen la acumulación; a comparación de las actividades que componen en el sector secundario y terciario, que generan acumulación, mayor valor agregado y externalidades.

(otorgados en mayor proporción en la producción de bienes de media-alta y alta tecnología, seguida de la industria liviana, los bienes primarios y por último por las actividades del sector servicio), en vez de impulsar el crecimiento, puede que está se bloquee y se generen efectos no deseados como por ejemplo desequilibrios en la balanza de pagos o choques inflacionarios o no aumento de la competitividad, entre otros; en términos de Hirschman, puede que se presente un estancamiento estructural (Ocampo, 2008 y, Ortiz y Salazar, 2015).

Ahora bien, si se establecen empresas que producen a escala y capaces de generar encadenamientos directos e indirectos, según la *teoría de polos de crecimiento* – o de polarización–, se genera el fenómeno de aglomeración, que estimula el crecimiento económico de los territorios donde se establece; sin embargo, se genera un contexto contrario al de distribución regional (Weber, 1929) y según Hirschman un desarrollo desequilibrado para la región (Ocampo, 2008). Aun así, la lógica de crecimiento en los polos se produce al generarse una economía articulada, donde la producción incrementa con base en la compra de insumos y materias primas de otros sectores de la región; y donde existan fuerzas centrípetas (de atracción al nodo) y fuerzas centrifugas (de expulsión del nodo)³⁵ suficientemente poderosas como para afectar de forma positiva al territorio geográfico inmediato y la estructura entera de la economía donde la aglomeración se sitúa. Lara, Barreto y Gutiérrez (2013) indica que se pueden generar polos naturales o polos planeados; el polo natural resulta de pequeña o nula planeación estratégica, resultado de una mayor productividad marginal de capital con relación a los territorios colindantes o de una aglomeración económica natural. Y el polo planeado, resulta de la inversión pública o privada, creados con el fin de estimular el crecimiento de sectores de la región estancados u obsoletos, por medio del establecimiento de industrias estratégicas que generen empleo y por ende ingreso.³⁶

³⁵ Fuerzas llamadas por Myrdal como efectos retardadores y efectos impulsores.

³⁶ Teniendo presente la descripción de polos de crecimiento, especialmente de polo planeado, es posible relacionar ese proceso con la teoría de la demanda y el multiplicador regional, cuyo principio radica en que una economía se dinamiza y crece a partir de la variación de alguno de los componentes del gasto autónomo, entiéndase como componentes a la inversión, al gasto público y a las exportaciones; y a la magnitud del multiplicador regional que depende de la propensión marginal a consumir, a importar y de la tasa impositiva implantada en la región. Donde el impacto del cambio en alguno de los componentes del gasto autónomo es determinado primordialmente por el multiplicador regional (Gutiérrez, 2006).

Por último, es pertinente mencionar a la *Nueva Geografía Económica* (NGE) desarrollada principalmente por Krugman. Esta combina aspectos que se han venido resaltando como es la teoría de la localización y la interacción de fuerzas de aglomeración o dispersión; pero inserta a la discusión elementos de la corriente neoclásica, aspectos como la elección racional en el momento de ubicar la actividad económica, la intención de estructurar modelos de equilibrio general o las evidentes externalidades³⁷ (Vélez, 2008). Así entonces, el objetivo de la NGE es derivar conclusiones que expliquen, al igual que Weber (1929), la localización de las actividades, y al igual que los polos de crecimiento, la interacción de las fuerzas centrípetas y centrifugas. Las aglomeraciones, según la NGE, surgen de la interacción de los rendimientos crecientes, los costos de transporte y la movilidad de factores, hasta es probable que se generen por la cooperación entre empresas (Gaitán, 2013), todo ello dependiendo de la estructura de encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, así como del tamaño y acceso del mercado, de la innovación (Vélez, 2008), de aspectos tan abstractos como los accidentes históricos (*causación circular y acumulativa*) o como los factores sociales que están insertos en la *teoría del desarrollo endógeno*: actores sociales, instituciones, cultura, procedimientos institucionales, recursos, entorno, entre otros (Moncayo, 2001).

En resumen, según el esbozo de los enfoques del análisis regional realizado en los párrafos anteriores, el crecimiento de una región está determinada por las ventajas en los factores weberianos de localización, que representan un componente esencial para beneficiarse de la demanda de bienes exportables, que aunque dependiente de los ciclos económicos y de las políticas macroeconómicas establecidas a nivel nacional e internacional, constituyen un motor de crecimiento regional si y solo si, la región es capaz de aprovechar las particularidades físicas existentes y si logra articular su estructura productiva para así generar encadenamientos directos-indirectos y economías externas; mencionados aspectos pueden generarse de forma natural y a su vez dependen de la interdependencia existente entre los fenómenos económicos, sociales e institucionales.

³⁷ Krugman considera que las externalidades son imprescindibles, sin embargo, no las inserta propiamente en su modelo debido a la complejidad de las mismas (Vélez, 2008).

II.1.3. Algunas metodologías utilizadas en el análisis regional

Como se demostró en el apartado anterior, a la vez se han escrito gran variedad de planteamientos entorno al crecimiento regional, se han estructurado una serie de técnicas para el estudio de las regiones. Éstas técnicas resaltan la importación de la dimensión espacial, y que se enfocan en evaluar la localización de la producción, los flujos de bienes, flujos monetarios, entre otros; en general, las interconexiones económicas que configuran las características de una región y la detección de fuentes de crecimiento (Moncayo, 2001 e Isard, 1973).

En la tabla 6 se realiza una breve descripción de algunas de las técnicas del análisis regional descritas por Isard (1973) y Richardson (1978), autores destacados en este ámbito; con el objetivo principal de exponer las diversas líneas de trabajo existentes para el estudio de una región, de las cuales únicamente se optará por los modelos de insumo producto. En la tabla 8 se señalan sugerentes razones de la importancia de los modelos insumo-producto como herramienta de análisis regional. En la revisión, el lector podrá encontrar la relación entre las técnicas descritas a continuación y las teorías relatadas en párrafos anteriores.

II.1.4. Identificación de los tratamientos relevantes sobre el tema

Como última sección del marco teórico, se expone brevemente una serie de documentos acerca de los Modelos Insumo Producto (MIP) realizados para Colombia a nivel departamental, además de algunos documentos realizados para el contexto mexicano.

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.

Tabla 6. Características principales de algunas técnicas del análisis regional

Propiedad Técnica	Objetivo	Ventajas	Desventajas	Ventaja a comparación de los MIP
Coeficiente de Localización	Analiza la base económica y el grado de especialización productiva.	✓ Simplicidad. ✓ Bajos requerimientos de información.	✗ Su poder interpretativo es débil.	El estudio debe fortalecerse con técnicas más elaboradas, para robustecer los resultados.
Análisis de flujos de bienes	Analiza las conexiones relevantes y estratégicas de una región, por medio de los flujos de mercancías transportadas, la técnica se robustece si se dispone de una serie de tiempo de dichos flujos de bienes.	✓ Resalta la representación de un mercado abierto, por ende, la importancia que juegan las exportaciones e importaciones. ✓ Inserta como variable de análisis la distancia, por tanto, inserta los costos de transporte como factor de localización.	✗ Requiere de gran cantidad de información acerca del flujo de bienes, los cuales son difíciles de recolectar y tabular. ✗ El modelo no permite proyectar cambios en la economía, ni probar causas acerca de los cambios, tan solo permite formular hipótesis y corroborarlas.	Si se proyecta realizar estimaciones por ejemplo, de demanda agregada o encontrar vías para la generación de crecimiento, lo ideal sería que fueran complementadas con otras técnicas del análisis regional como de programación lineal, análisis locacional o modelos insumo-producto.
Análisis de flujos monetarios	Analiza las conexiones relevantes y estratégicas de una región, por medio de los flujos monetarios de bienes y servicios.	✓ Sustituye al análisis de flujos de bienes y servicios, porque valora los flujos de bienes y servicios en contrapartidas financieras. ✓ Si los flujos monetarios están conectados con el sistema bancario, permitirá determinar expansiones o contracciones del crédito, impactos de las reformas en la política monetaria y fiscal.	✗ Igual requiere gran cantidad de información sobre los flujos monetarios.	
Análisis de la balanza de pagos	Maneja un registro sistemático de las transacciones económicas de los residentes de una región con otras denominaciones territoriales, por medio de la valoración entre flujos de entrada y flujos de salida, realizadas en un periodo de tiempo determinado.	Reúne la contabilización de los flujos monetarios, y de bienes y servicios, por medio de varias categorías claramente definidas (cuenta corriente, movimientos de oro y divisas, cuenta de capital, errores y omisiones)	✗ Disponibilidad de un nivel de desagregación homogéneo, para lograr hacer comparaciones. ✗ Se requiere información sobre flujos monetarios y, de bienes y servicios. ✗ Dificultad en la asignación de precios a los flujos de bienes.	Utilizar las tablas insumo-producto regionales como método de estimación del comercio de mercancías entre regiones.

Continúa...

Propiedad Técnica	Objetivo	Ventajas	Desventajas	Ventaja a comparación de los MIP
Análisis de costos comparativos	Evalúa la mejor localización económica para una industria. Considera que la localización ideal es aquella que al cambiarla no genera ni una reducción en los costos de producción y distribución, ni un aumento en los ingresos proyectados.	Introduce en el análisis aspectos como el progreso técnico, o la externalidad generada por la construcción de una carretera, o cambios en las condiciones del mercado como agotamiento de un recurso indispensable para el desarrollo de una industria.	✗ Difícil consecución de información suficiente y verídica sobre la estructura de costos de las industrias. ✗ Se considera como dado la estructura de precio-costo y la magnitud del mercado.	Si en el método de costos comparativos se busca realizar el análisis completo del sistema de una región, debe ser complementado con técnicas que identifiquen interrelaciones industriales y dependencia en sus mercados, como por ejemplo un modelo insumo-producto multiregional, programación lineal interregional o análisis de complejos industriales, entre otros.
Análisis Shift-Share	Examina las diferencias que existen en el crecimiento económico de las actividades en dos puntos en el tiempo, por medio de la descomposición del crecimiento regional, en tres componentes: efecto nacional, sectorial y competitivo.	Detectas las actividades que tienen la capacidad de dinamizar la economía, por ende es útil para realizar planificación estratégica.	✗ No es un método estadístico, por ende no es posible realizar pruebas sobre la validez estadística de los resultados. ✗ Los resultados son influenciados por los años que se decidan evaluar. También son influenciados por el nivel de desagregación que se trabaje, entre mayor desagregación, mayor será la influencia de la mezcla industrial y menor el del efecto competitivo.	La técnica no estima los efectos indirectos de las relaciones intersectoriales, lo cual es un punto a favor de los modelos insumo-producto.
Programación lineal	Indica el máximo bienestar o las múltiples posibilidades que el individuo puede alcanzar dadas unas restricciones, a través de precios sobre bajo competencia imperfecta.	Se utiliza en planeación económica debido a que es una técnica optimizadora que permite realizar predicciones.	✗ Difícil de implementar, en especial si se pretende trabajar con un modelo con objetivos múltiples. ✗ Requiere un volumen importante de información. ✗ Supone que las relaciones entre variables son lineales.	Es una técnica que complementa al análisis del modelo insumo-producto.

Fuente: Elaboración propia con base principalmente en Isard (1973) y Richardson (1978).

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.

Adicional al trabajo previo, se encuentra también el documento realizado por Bonet (2000), cuyo objetivo fue presentar y explicar un MIP dual (modelo insumo-producto y modelo econométrico), para estimar los multiplicadores parciales y totales de producción, empleo e ingreso para la Región 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.

Además, Bonet en el 2005, se propone realizar un comparativo de las interacciones interindustriales entre regiones, esto lo realiza por medio de un modelo de insumo producto multiregional y del modelo Dendrinos-Sonis. Las principales conclusiones a las que llega son, primero, que no hay interdependencia entre regiones, debido principalmente a que existen sectores autosuficientes en la mayoría de las regiones; segundo, que los sectores claves se han trasladado de los primarios y secundarios a los terciarios, y por último, que las economías regionales no tienen las mismas estructuras de eslabonamientos, debido a las diferencias en los sectores dominantes en cada región.

Jaime Bonet (referente del análisis regional en Colombia) junto a Luis Galvis-Aponte y Lucas Hahn, economistas del Centro de Estudios económicos Regionales del Banco de la República y; Eduardo Haddad y Weslem Faria, integrantes del Laboratorio de Economía Regional y Urbana, y la Fundación Instituto de Investigación Económica (FIPE) de la Universidad de Sao Paulo; recientemente han llegado a cabo un proyecto en conjunto, que parte de la premisa de las fuertes diferencias existentes entre las regiones colombianas, y cuyo objetivo es actualizar, por medio del modelo CEER, plantear un modelo espacial interregional de equilibrio general computable (ICGE), que desarrolle planteamientos teóricos recientes de la Nueva Geografía Económica (NGE), incorporando "...economías a escala, imperfecciones del mercado y costos de transporte, que permiten manejar explícitamente asuntos teóricos relacionados con los sistemas regionales integrados" (Haddad, Bonet, Hewings & Perobelli, 2008, p.11) y que refleje la interacción entre productores, inversores,

hogares, sector exportador y, gobierno nacional y regional; bajo variables como el consumo, márgenes de comercio y transporte, impuestos y remuneraciones a capital y trabajo entre otros.

Un insumo esencial para implementar ICGE son las matrices regionales, que se han calibrado específicamente para el 2004 y el 2012, matrices que han dado paso a la generación de varios documentos de trabajo sobre economía regional y que han sido publicados por el Banco de la República, y cuyo objetivo es detectar el crecimiento económico y la composición estructural de 7 sectores productivos³⁸ (para los cuales hay información disponible) y los 33 departamentos del país (32 departamentos y la ciudad de Bogotá D.C.); de los cuales sobresale el documento de Haddad, Rodrigues, Faria, Galvis-Aponte y Hahn (2016) y el documento de Hahn (2016) donde se analizan las relaciones económicas entre los departamentos del país por medio de los indicadores obtenidos de la matriz inversa de Leontief y los indicadores de encadenamiento puro.

Aunque existen limitantes en la cantidad de la información, Haddad *et al.* (2016) optan por trabajar con los datos existentes y suplir el interés creciente en los procesos de planeación regional. El principal insumo de información utilizada por los autores son los datos registrados en los Cuadros Oferta y Utilización (COU) a nivel nacional,³⁹ los datos de producción bruta, valor agregado, ingreso laboral y empleo por sectores a nivel departamental, otorgados por el DANE.

Para cumplir el objetivo, los autores llevan a cabo dos grandes procesos. El primero fue la estimación de la MIP nacional a partir de los datos del COU para el 2012; para ello estructuraron los flujos económicos valorados en la COU en precios de mercado a flujos valorados a precios básicos. Posteriormente, la estructura nacional de 61 ramas de actividad se agrega en 7 sectores debido a las limitaciones en la información. Y por último, se deducen los componentes nacionales de la identidad macroeconómica en los 33 departamentos, que

³⁸ Agricultura (AGR), minería (MNE), manufactura (IND), construcción (CNT), transporte (TRN), administración pública (ADP) y otros servicios (OTS). Los autores señalan que esta agregación sectorial es una de las grandes falencias del estudio.

³⁹ La matriz de utilización refleja los datos sobre el uso de insumos de las ramas de actividad y la matriz de oferta refleja cuánto de cada bien fue producido por cada rama (Haddad, 2016).

se estructuran igual al nacional, solo que se le debe agregar la balanza de comercio interregional. Para lo anterior, el DANE provee información a nivel regional de exportaciones internacionales, producto bruto y valor agregado, los demás componentes de la identidad macroeconómica deben ser estimados.

Y el segundo proceso fue determinar los flujos comerciales entre regiones, haciendo uso de matrices de comercio por sector para así desagregar el origen de cada producto. En esta se incorpora el factor distancia entre regiones y se distinguen entre bienes transables (agricultura, minería e industria) y no transables (construcción y administración pública). Y por medio del método de equilibrio biproporcional o RAS se haya el equilibrio entre oferta y demanda.

Los documentos se caracterizan por la cuantía de resultados que registran, a razón de implementar ejercicios como análisis de flujos de comercio interregional, participación sectorial del producto, coeficientes de localización, análisis de participaciones de multiplicadores de producto totales intra e interregionales, participación en los efectos directos e indirectos del multiplicador total de producto y análisis de patrones espaciales de dependencia del producto sobre fuentes específicas de demanda final en Haddad *et al.* (2016) y del análisis de encadenamientos puros, hacia atrás y hacia adelante en Haddad (2016).

La significativa cantidad de resultados permiten deducir importantes conclusiones, entre las más relevantes se tiene que:

- La ciudad de Bogotá D.C. y los departamentos de Antioquia y Valle, concentran el 46.8% de la producción nacional, alrededor de la mitad del consumo de los hogares y demanda de gobierno, y cerca del 42% de la demanda por inversión (Haddad *et al.* 2016); de hecho según Haddad (2016), estas economías en el 2012 son las que dependen en mayor grado de sus sectores productivos locales. Concluye además, que las economías con mayor nivel de desarrollo arrojan mayores encadenamientos al interior de sus aparatos productivos y encadenamientos interregionales altos hacia adelante, pero bajos hacia atrás. Al contrario de lo que sucede con departamentos de bajo desarrollo como Chocó y Caquetá, que presentan encadenamientos bajos al interior, encadenamientos interregionales bajos hacia adelante pero altos hacia atrás.

- Las participaciones de la producción regional por sectores en Colombia revelan cierta evidencia de concentración espacial en algunas actividades económicas específicas: agricultura en Antioquia, Cundinamarca, Valle, Boyacá y Santander (44.7% de la producción total); minería en Meta, Casanare y Cesar (58%); la industria en Bogotá, Santander, Antioquia y Valle (62.4%) y los servicios se encuentra concentrado en Bogotá, Antioquia y Valle (59.9%). (Haddad *et al.*, 2016, p. 15).
- Meta, Casanare y Cesar presentan una importante participación en las exportaciones totales, debido principalmente a las ventas de crudo, refinación de petróleo y carbón. Pero dichos departamentos que se les puede llamar extractivos, muestran encadenamientos bajos, esto significa que aunque generan mucha riqueza, no necesariamente generan mayores oportunidades económicas al resto del aparato productivo.
- Los sectores minero y agropecuario otorgan encadenamientos altos a nivel nacional, sin embargo a nivel departamental registran encadenamientos bajos.
- El comercio interregional entre Antioquia y Córdoba registra la mayor participación de compras (73.6%) y ventas (87%); seguido del comercio de compras (57%) y ventas (82%) entre Bogotá y Cundinamarca, en general, los análisis arrojan que Cundinamarca es altamente dependiente de Bogotá.
- Y Amazonas, Antioquia, Valle y Bogotá son los departamentos más autosuficientes del país y Chocó, Caquetá, Quindío, La Guajira, Córdoba y Cundinamarca son los de menor grado de autosuficiencia.
- Los sectores de mayor encadenamiento en Colombia son la industria y los servicios, la construcción presenta altos encadenamientos hacia atrás pero bajos hacia adelante

Como complemento del apartado, se exponen trabajos que analizan la estructura de dos estados mexicanos y de la estructura general de América del Norte. El primero de ellos es el estudio realizado por Dávila (2002), él construye un MIP para la economía del Estado de Coahuila, y calcula los multiplicadores directos, indirectos y ponderados, los flujos intersectoriales y los coeficientes de comercio de los distintos sectores económicos; y por medio del análisis de los resultados obtenidos identifica los sectores más importantes para la economía coahuilense. Aunque los resultados arrojados por el estudio son interesantes, del

documento se resalta la comparación realizada entre el modelo insumo producto y los modelos de equilibrio general computable. El autor declara que aunque en los modelos de equilibrio general computable los precios se determinan por oferta y demanda, y en los modelos insumo producto, los precios se determinan tan solo por vía de la oferta; en los modelos de equilibrio general se deben asumir como dados algunos parámetros y se deben realizar un número mayor de supuestos sobre la conducta de los agentes económicos, pero los modelos insumo producto requieren un nivel menor de información y permiten un mayor grado de desagregación, lo cual la convierte en una herramienta adecuada –aunque también bajo limitaciones– para el análisis de los encadenamientos productivos en los territorios en los cuales se aplique.

Al igual que Dávila, Fuentes (2005) construye una matriz regional de insumo-producto para el Estado de Baja California, el autor utiliza el procedimiento denominado RAS, que actualiza “los elementos de la matriz original a partir de la información más reciente acerca de la producción bruta, la demanda intermedia y el valor agregado total de cada sector” (Fuentes, 2005, p. 111).

Y por último, Márquez (2011) identifica los efectos derrama y retroalimentación industrial en América del Norte, con el fin de analizar el perfil de especialización que hay en las estructuras de los países⁴⁰ y su papel dentro del bloque económico. Su objetivo lo cumple por medio de tres modelos fundamentales del análisis regional en el modelo insumo producto: el modelo interregional de Isard, el de balance regional de Leontief y el multiregional de Chenery y Moses; además, con el fin de identificar los efectos de derrama y retroalimentación, desde el enfoque de demanda utiliza los coeficientes técnicos, y desde el enfoque de oferta calcula los coeficientes de entrega y mezclando los dos enfoques calcula también los coeficientes de comercio. Algunas de las conclusiones a las cuales llega son: primero, los EEUU tienen poca retroalimentación por parte de sus socios comerciales, sin embargo, las derramas que generan sobre México y Canadá son significativas para estos dos países. Segunda, Canadá y México tienen un patrón de dependencia hacia la economía de EEUU, haciéndolas más vulnerables a los cambios de la economía estadounidense y por

⁴⁰ Entendiendo que América del Norte está conformada por Estados Unidos, Canadá y México.

último, los procesos de integración que han tenido EEUU y Canadá han sido más intensos que los que han tenido esos países con México.

II.2. Aplicación de la metodología RAS como herramienta de regionalización de la Matriz Insumo-Producto de Colombia del año 2010 a la Región Oriental

Después de haber sustentado la importancia del análisis regional y exponer algunas de las técnicas utilizadas en el ámbito regional, en el siguiente apartado se presenta el proceso para poder implementar el RAS como metodología de regionalización de la MIP_{nacional} de 2010 a los datos correspondientes a la Región Oriental en ese mismo año.

El apartado se divide en varias secciones: primero, se enumeran las metodologías que se utilizan para regionalizar, de las cuales se elige la técnica RAS; en seguida se realiza el recuento de la forma en que se obtuvieron o en su defecto se aproximaron los datos necesarios para implementar la técnica; y por último, se hace un breve recuento de lo más importante de la metodología, recordar que está se ha descrito a profundidad en el capítulo anterior.

II.2.1. Metodología RAS para regionalizar

Fuentes y Brugés (2001), Dávila (2002), Miller y Blair (2009) y European Commission. (2014), en sus documentos ponen en evidencia las diversas técnicas indirectas de regionalización, las cuales se enumeran a continuación:

- “Método de ponderación regional, el cual utiliza como estimador la participación regional en diferentes variables (como por ejemplo el empleo, el valor agregado, la proporción de ventas locales)” (Dávila, 2002, p.82)
- Coeficiente de localización: simple, sólo compradores, interindustrial, semilogarítmico.
- Ajuste oferta-demanda: normal y modificado, que calcula requerimientos regionales relativos a la oferta regional.
- Coeficientes regionales de compras.
- Modelo de simulación Regional Input-Output Tables (RIOT)

- Fórmula de Flegg, Weber y Elliot, enfoque que toma en cuenta el tamaño y la propensión a importar de la región, y por medio de los coeficientes de localización captura el efecto de la especialización regional (Flegg & Tohmo, 2013)
- Técnicas econométricas destinadas a complementar el análisis insumo-producto, como por ejemplo a considerar en vez de rendimientos constantes, considerar rendimientos crecientes a escala; o la posibilidad de contemplar la sustitución de insumos debido a cambios en precios.
- *Ajuste biproporcional o método RAS* y sus posibles extensiones: 1) el RAS generalizado (GRAS), que permite trabajar con matrices no cuadradas y con entradas negativas. 2) RAS en tres etapas (TRAS), caracterizado por además de fijar suma de filas y columnas, permitir incluir restricciones en elementos predeterminados de la matriz y 3) el (KRAS) que permite realizar la iteración teniendo en cuenta dos posibles valores para una celda.

Para poder cumplir el propósito regionalizar la $MIP_{nacional}$ se elige como herramienta al método RAS, por las razones que se comentan en los siguientes párrafos.

Aunque el método de ajuste biproporcional de equilibrio matricial, más conocido como RAS, se utiliza principalmente para ajustar transacciones o coeficientes técnicos de un año inicial a un año final; por medio de éste también es posible “ajustar al espacio y a la información exógena disponible de las transacciones intersectoriales” del territorio objeto de estudio (Fuentes, 2005, p.89 y Lahr & Mesnard, 2004), en otras palabras, para regionalizar las MIP.

Recordar que el método RAS simplemente multiplica una matriz diagonal denominada “ R ” que recoge el efecto sustitución, por la matriz de coeficientes técnicos del año base “ $A(0)$ ”, y este resultado se posmultiplica por la matriz “ S ” que recoge el efecto fabricación, obteniendo: $A^r = RA^nS$ (donde A^r es la matriz regional estimada a partir de la matriz nacional A^n).

Además de las características descritas en el capítulo anterior, en la sección denominada “Metodología RAS”; se ha podido comprobar a través de estudios en regiones donde se han construido MIP’s por medio del enfoque directo y a su vez se ha llevado a cabo la regionalización por medio de diversas técnicas indirectas, que el cálculo de coeficientes de localización simples (Soto, 2000), y la implementación del método RAS, son los procedimientos que mejores estimaciones otorgan y menores errores arrojan (Fuentes y

Brugés, 2001), lo cual sustenta por qué se ha escogido el método como herramienta de regionalización.

Sin embargo, como se señaló en el capítulo anterior, una de las características de la metodología RAS es que es confiable, ya que preserva lo más posible las características de la matriz inicial (nacional en esta ocasión). Lo anterior constituye una desventaja al momento de regionalizar la $MIP_{nacional}$, puesto que la estructura productiva de una región puede ser idéntica o muy diferente a lo registrado en la $MIP_{nacional}$ (Bonet, 2000); puede suceder cómo lo explica Miller y Blair (2009), que si bien una misma actividad, por ejemplo la generación de energía, se realiza en varias regiones, puede que una región utilice agua y otra utilice carbón mineral como insumo para producir energía; en este caso la técnica sólo captura la estructura inicialmente planteada en la $MIP_{nacional}$. Sin embargo, la técnica de aproximación más cercana es utilizar dicha matriz y los datos regionales, y con algunas modificaciones adaptar los coeficientes, asumiendo que las mismas recetas de producción son usadas a nivel nacional y regional (Soto, 2000).

II.2.2. Proceso de implementación del método RAS para obtener la Matriz Insumo-Producto de la Región Oriental

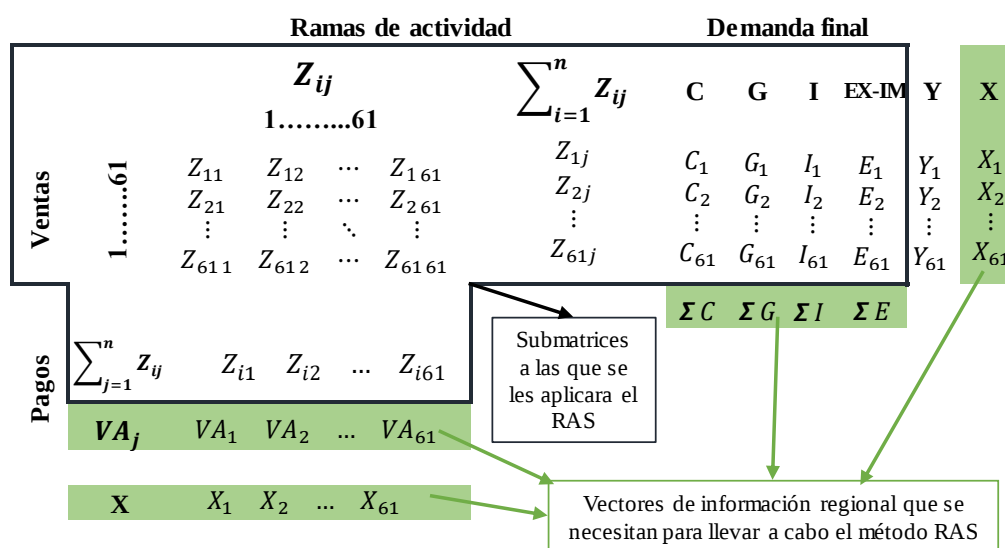
El método RAS puede ser aplicado a las 3 submatrices que componen la $MIP_{nacional}$, o tan sólo en la matriz de inputs (o consumos) intermedios. En el presente trabajo se realiza el procedimiento en dos de las submatrices: en la matriz de inputs intermedios y en la matriz de demanda (o empleos) finales,⁴¹ por tanto, se requiere la información regional de valor agregado (VA_r), producción (Y_r) y el total de los componentes de la demanda final (C_r, G_r, I_r, IS_r y E_r) (Dávila, 2002, Fuentes, 2005 y Miller & Blair, 2009) como se muestra en la tabla 7; señalar que cada uno de los datos debe pertenecer al año 2010, estar en precios corrientes y en miles de millones de pesos.

A pesar de las limitaciones en la información (afirmación que también es hecha en el trabajo que presenta un modelo interregional para Colombia realizado Haddad *et al.* (2016)) a

⁴¹ La explicación del porqué de esta determinación se evidenciará más adelante.

continuación se presentan las fuentes de información de donde se extraen los datos para poder regionalizar la matriz, o en su defecto, la forma de aproximarlas.

Tabla 7. Submatrices donde se aplica el método ras y vectores que se requieren para llevarlo a cabo la regionalización



donde Z_{ij} = Total de compras o ventas intersectoriales
 VA_j = Valor agregado de la rama j
 X = Producción o producto
 Y = Demanda final
 C = Consumo hogares
 G = Gasto de gobierno
 I = Formación bruta de capital
 $EX - IM$ = Exportaciones Netas

Fuente: Elaboración propia con base en la matriz nacional y la aplicación del método RAS.

II.2.2.1. Valor agregado

El DANE (2007) define al valor agregado como “el mayor valor creado en el proceso de producción por efecto de la combinación de factores (tierra, capital, trabajo, organización empresarial). Se obtiene como la diferencia entre el valor de la producción bruta y los consumos intermedios empleados” (p. 6).

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) utilizando la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), provee la información de valor agregado

desagregada para cada una de las ramas de actividad más importantes de la economía colombiana y para cada uno de los departamentos del país. Los datos pueden ser encontrados desde el año 1990 a 2014 en la página web del DANE en la sección de cuentas nacionales departamentales.

Cabe aclarar que dentro de la información conglomerada en cuentas nacionales departamentales, el sector industrial (constituido de la rama 10 a la rama 37) se conglo mer a en una sola rama denominada “total de la industria manufacturera”, por esta razón es necesario recurrir a la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para obtener información más desagregada del valor agregado generado para la actividades industriales.

II.2.2.2. Producción

Para obtener los datos de producción de cada una de las ramas de actividad y de cada uno de los departamentos que conforman la Región Oriental, fue necesario recurrir a varias fuentes de información estadística dependiendo de la rama que se tratase. El documento denominado “Metodología de Cuentas Departamentales, base 2005” (DANE, 2011), fue la guía para la obtención de dicha información, puesto que el documento indica el organismo que recopila y publica la información.

Por medio de tres fórmulas, que se describirán a continuación, se obtuvo la información requerida, la aplicación de cada formula depende únicamente de los datos de producción disponible para cada rama de actividad.

- La primera forma hace referencia a la obtención directa y completa de los datos, es decir, que los datos de producción son publicados por fuentes oficiales, a está pertenecen los datos correspondientes a la industria manufacturera.

En la desagregación industrial de la $MIP_{nacional}$ fue necesario agrupar en una sola rama, las ramas de otros bienes manufacturados ncp⁴² (17.-) referentes a las actividades pertenecientes a la industria alimentaria y la rama de otros bienes manufacturados ncp (36.-) que hace referencia al resto de actividades industriales no clasificadas con

⁴² No clasificados previamente

anterioridad; puesto que en la clasificación de la EAM sólo se otorga el dato para la rama denominada industrias manufactureras ncp (363.-), que agrupa las ramas 17.- y 36.- de la clasificación industrial de la *MIP_{nacional}*, por ende, la regionalización no se trabajó con 61 actividades sino con 60.

- La segunda forma, especificada en la formula (27), se utilizó cuando se logró obtener los datos de producción en cantidades (ya sea toneladas, m², Ghw...). La fórmula (27) involucra la producción en cantidades regionales y nacionales, e involucra la producción en precios registrada en la *MIP_{nacional}*, esto con la finalidad de que por medio de la participación de la producción regional respecto a la producción nacional y de la producción en precios registrados en la *MIP_{nacional}* se pueda hallar la producción en precios de la producción regional, de la siguiente forma:

$$Y_r = Y_n * \frac{Q_r}{Q_n} \quad (27)$$

Donde Y_r = Producción de productos a precios a nivel regional

Y_n = Producción de productos a precios a nivel nacional (registrados en la *MIP_{nacional}*)

Q_r = Producción en cantidades a nivel regional

Q_n = Producción en cantidades a nivel nacional

La producción de las ramas de actividad que se lograron obtener por medio de esta forma se describe en la tabla 8, especificando las fuentes de información de donde se obtuvieron los datos, así como los datos obtenidos para la totalidad de la región.⁴³

La única excepción a la forma presentada, se dio en la rama de actividad de 7.-petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio, donde la producción se aproximó por medio del dato de la producción por miles de barriles de petróleos a nivel nacional y de la participación en las regalías⁴⁴ pagadas a cada uno de los departamentos a causa de la explotación de hidrocarburos, para luego ser multiplicado por el precio del barril de petróleo BRENT (que se

⁴³ La definición de las siglas de las fuentes de información pueden ser revisadas en el índice de abreviaturas.

⁴⁴ Las regalías es “la contraprestación económica que surge de la explotación de un recurso natural no renovable y cuya titularidad es del Estado colombiano” (DNP, s.f., p.4)

supone precio de referencia para Colombia), que en el 2010 tuvo como precio promedio 80.24 dólares, y la Tasa Representativa del Mercado (TRM) promedio en el 2010 fue de 1898.68 COP.

Tabla 8. Producción regional en precios deducida a través de producción en cantidades para la Región Oriental en miles de millones de pesos de 2010

Cód. Rama	Clasificación de actividades de la MIP 2010	Fuente ⁴⁵	Organismo	Producción				
				Unidad de medición	Región Oriental	Colombia	Producción en precios MIP ^{nacional}	Producción en Precios Región Oriental
1	Productos de Café	ENA	MADR	Toneladas	95725.7	535380	4534	810.68
2	Otros productos agrícolas	ENA	MADR	Toneladas	7793680.5	22574518	22568	7791.43
3	Animales vivos, productos animales y productos de caza	ENA	MADR	Toneladas	9727217.82	37125595.99	18222	4774.3197
5	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	ENP	MADR	Toneladas	14802.9	63166	1222	286.37
6	Carbón mineral	UPME	MinMinas	Toneladas	6849210	74350000	11109	1023.3
7	Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio	DNP Y ANH		Toneladas	121777.83	449708.4	38302	18552.86179
38	Energía eléctrica	UPME	MINMINAS	Gwh	15958	56885.3	24823	6963.58
39	Gas domiciliario	SUI	Superintendencia de Servicios Públicos.	m ³	196468260	1215042311	3631	587.1205
40	Agua	SUI	Superintendencia de Servicios Públicos.	m ³	3256835094	12991289309	4071	1020.5743
41	Trabajos de construcción, construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario	CAMACOL		m ² licenciada construcción	605300	2400565	40972	10331.0744

Fuente: Elaboración propia, con base en la MIP^{nacional} de 2010 y las fuentes mencionadas en el cuerpo de la tabla.

⁴⁵ La denominación de las siglas puede ser encontrado en las primeras páginas del documento donde se describen las abreviaturas y siglas.

- Y la tercera forma de aproximar los datos de la producción regional, es a través del valor agregado, como sigue:

$$Y_r = Y_n * \frac{VA_r}{VA_n} \quad (28)$$

Donde Y_r = Producción de productos en precios a nivel regional

Y_n = Producción de productos a precios a nivel nacional (registrados en la MIP_{nacional})

VA_r = Valor agregado a nivel regional

VA_n = Valor agregado nacional (registrados en la MIP_{nacional})

Donde la producción regional está en función de la participación en el valor agregado de la rama de actividad a nivel regional respecto al nivel nacional, multiplicado por la producción en precios a nivel nacional. Las actividades que se calcularon por medio del VA fue a causa de la falta de datos de la variable producción, puesto que si bien para algunas ramas si se encontró la producción a nivel nacional, no había información a nivel regional, imposibilitando el cálculo. En la tabla 9 se evidencia las principales fuentes de información a las cuales se recurrió en busca de información, así como los datos necesarios para realizar la aproximación de la variable producción. Si bien, recurrir a aproximar el dato de producción por medio del valor agregado, no es lo óptimo, recordar que “el valor del producto final de la economía, es a su vez igual a la suma de los valores agregados” (Lora, 2008, p.327) y el “PIB es el valor neto de la producción, en lo fundamental valor agregado” (Silva, 2011, p.99), por tanto el valor agregado constituye una parte esencial en la identidad de producto y más aún si se trata de las actividades concernientes a los servicios (como es el caso tratado), de hecho, en la rama 61.- correspondiente a servicios domésticos la totalidad del producto es valor agregado y cero consumo intermedio, o en la rama 52.- de servicios inmobiliarios, el 89% equivale a valor agregado.

Tabla 9. Producción en precios de la actividad del comercio y de los servicios para la Región Oriental para el 2010 en miles de millones COP

<i>Cód. Ramas</i>	<i>Clasificación de actividades de la MIP 2010</i>	<i>Fuentes de información</i>	<i>Valor Agregado de la MIP 2010</i>	<i>Producción en precios básicos de la MIP 2010</i>	<i>Valor Agregado Regional 2010</i>	<i>Producción en precios regional 2010</i>
		Censo 2005 –				
4	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	ENA – Boletines minero energético	966	1299	125	168.09
8	Minerales metálicos	UPME (SIMEC)	3579.16	5397	7	10.5553
9	Minerales no metálicos	UPME (SIMEC)	1857.37	3579.16	1168	1522.1109
42	Trabajos de construcción, construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario.	DANE	19188	40552	5090	10757.23
43	Comercio	EAC	40946	66814	6451	10526.477
44	Servicios de reparación de automotores, de artículos personales y domésticos		6692	13267	1288	2553.4812
45	Servicios de alojamiento, suministro de comidas y bebidas	EAS	17467	38795	2884	6405.4198
46	Servicios de transporte terrestre		16149	36792	3035	6914.3998
47	Servicios de transporte por vía acuática		238	1074	73	330.11
48	Servicios de transporte por vía aérea		1766	5603	99	314.0765
49	Servicios complementarios y auxiliares al transporte	EAS	3691	6894	681	1271.9429
50	Servicios de correos y telecomunicaciones	EAS	12680	23665	2454	4580.0279
51	Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos	Cuentas de sectores institucionales	25529	38945	1978	3017.4920
52	Servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda	EAS	46761	52750	4373	4933.0451
53	Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios	EAS	43103	57686	4768	6381.1362
54	Administración pública y defensa; dirección, administración y control del sistema de seguridad social		30267	52789	5528	9641.3290

Continúa...

<i>Cód. Ramas</i>	<i>Clasificación de actividades de la MIP 2010</i>	<i>Fuentes de información</i>	<i>Valor Agregado de la MIP 2010</i>	<i>Producción en precios básicos de la MIP 2010</i>	<i>Valor Agregado Regional 2010</i>	<i>Producción en precios regional 2010</i>
55	Servicios de enseñanza de mercado	EAS	10487	14052	1148	1538.2325
56	Servicios de enseñanza de no mercado		14981	18643	2898	3606.3957
57	Servicios sociales y de salud de mercado	EAS	11684	30304	2031	5267.5739
58	Servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente		1873	3080	304	499.9511
59	Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de mercado		9391	1374	16417	2401.9146
60	Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de no mercado		807	248	2587	795.3118
61	Servicios domésticos		4051	472	4051	472.0000

Fuente: MIP_{nacional} de 2010 y cuentas nacionales departamentales.

II.2.2.3. Demanda final

En la estructura de la MIP_{nacional} se representa a la demanda final –al igual que la identidad macroeconómica– como la suma del consumo de los hogares, el gasto de gobierno, el consumo de las instituciones sin ánimo de lucro al servicio de los hogares (ISFLSH), la formación bruta de capital, las exportaciones netas (exportaciones menos importaciones) y los ajustes CIF/FOB sobre importaciones. Señalar que para la aplicación del método RAS en esta submatriz de demanda final o empleos finales tan solo es necesario obtener los totales regionales, y así se realiza para todas las variables de esta parte, menos para las exportaciones e importaciones, puesto que para estas la información se encuentra más desagregada como se detallará más adelante.

- Consumo de los hogares (C_r)

En Haddad *et al.* (2016, p.8), el consumo de los hogares se aproxima por medio de las estimaciones de ingreso laboral obtenidas de la Gran Encuesta Integrada de los Hogares (GEIH), al conocer esto, se hizo una búsqueda exhaustiva de la información de la encuesta, además de la petición formal ante el DANE requiriendo la información, pero fue inasequible obtener los datos.

A pesar de ello, Fuentes (2005) propone aproximar el dato de consumo de los hogares a nivel regional para el año 2010, utilizando las cifras de población regional y nacional, que según el DANE, para el 2010 fue de 7,923,953 personas para la región y de 45,509,584 personas a nivel nacional, de la siguiente forma:

$$C_r = C_n * \frac{P_r}{P_n} \quad \therefore \quad C_r = 342072 * \frac{7923953}{45509584} = 59560.255 \quad (29)$$

donde C_r : Consumo de los hogares a nivel regional para el 2010 en miles de millones COP

C_n : Consumo de los hogares a nivel nacional registrado en la MIP₂₀₁₀ en miles de millones COP

P_r : Población a nivel regional en el 2010

P_n : Población a nivel nacional en el 2010

Por tanto, el consumo aproximado de los hogares de la Región Oriental en el 2010 es de 59,560.26 mil millones COP.

Si se comparan los resultados obtenidos en párrafo anterior donde se utilizó la estimación que propone Fuentes (2005) y el resultado obtenido en el documento de Haddad *et al.* (2016), se verá que no hay diferencia significativa. Haddad *et al.* (2016) obtuvo que la participación de la Región Oriental respecto al total nacional en la demanda de los hogares en el 2012 fue del 17.9% y bajo las condiciones propuestas por Fuentes (2005) se obtiene que dicha participación para el 2010 fue del 17.41%; se entiende que no se maneja el mismo año de estudio, pero la comparación da una idea de una estimación cercana entre las formas de obtener el consumo de los hogares regional.

- Gasto de Gobierno (G_r)

Fuentes (2005) para aproximar la variable de gasto de gobierno utiliza también el dato de población y en Haddad (2016) se aproxima por medio del valor agregado de la administración de gobierno, sin embargo, se considera más adecuado aproximar el gasto de gobierno regional por medio de datos de ingreso registrados en las ejecuciones presupuestales publicadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), de la siguiente forma:

$$G_r = G_n * \frac{Y_r}{Y_n} = 90,489 * \frac{4,375.121}{19,030,358} = 20,812.47 \quad (30)$$

Donde: G_r : Gasto de Gobierno a nivel regional para el 2010 en miles de millones COP
 G_n : Gasto de Gobierno nivel nacional registrado en la MIP₂₀₁₀ en miles de millones COP
 Y_r : Ingreso presupuestal regional para el 2010 en miles de millones COP
 Y_n : Ingreso presupuestal regional para el 2010 en miles de millones COP

- Formación bruta de capital (FBK)

La demanda por inversión en Haddad *et al.* (2016, p.8) es aproximada usando las estimaciones sectoriales del empleo del sector de la construcción de la GEIH, sin embargo, no fue posible obtener los datos por esta vía. A pesar de ello, el documento indica que la participación de la región en la FBK nacional es de 19.02%, a partir de este dato se obtiene que: Si la FBK de Colombia en el 2010, fue de 115,990 mil millones de pesos COP y la participación regional es de 19.02% entonces la FBK regional aproximada será de 22,061.96 mil millones de pesos COP.

- Consumo de las instituciones sin ánimo de lucro al servicio de los hogares (ISFLSH)

En la MIP_{nacional} la única rama que tiene un valor en este tipo de consumo es la 60.-actividad de asociaciones y esparcimiento de no mercado. Y para esa única actividad y por ende para toda la región, el consumo regional de las ISFLSH es de 325.28 mil millones COP.

- Exportaciones e importaciones

Luego de la información obtenida para las 28 actividades industriales que contiene la MIP^{nacional}, la información de las exportaciones e importaciones es la más completa que se ha obtenido. Las cifras de comercio exterior para cada uno de los departamentos en Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) se encuentran en las estadísticas de la DIAN,⁴⁶ presentada en el Sistema Estadístico de Comercio Exterior (SIEX).

Señalar que las estadísticas se encontraban en dólares americanos (US\$), en precios corrientes⁴⁷ y en valor FOB para exportaciones y en valor CIF y FOB para importaciones. Para convertir los datos de US\$ a COP, se utiliza la TRM promedio para el año 2010, que fue de \$1898.68 COP y el dato que al que se llega y que se representa en pesos, se convierte en miles de millones con el fin de tener datos homogéneos.

Ahora bien, si se define al valor CIF como el que el vendedor del producto paga cubriendo el costo del transporte y el seguro, y el valor FOB donde es el comprador el que asume el costo del transporte y el seguro (Phelan, 2012), se intuye que la mejor forma de valorar las exportaciones es por medio del valor FOB y la mejor forma de valorar las importaciones es por medio del valor CIF, de hecho, valorarlos de esta forma, es exponer las exportaciones netas a precios básicos (Lora, 2008).

Recordar que una de las características del método RAS es que puede ser modificado al incorporar información que es conocida en determinadas filas y columnas individuales en la matriz regionalizada, y al contar con los datos de comercio exterior de forma completa, no se estima sino que las celdas correspondientes a exportaciones e importaciones se dejan iguales a cero y se aplica normal el procedimiento RAS, para modificar la matriz después de restar los nuevos valores determinados exógenamente de las celdas de los apropiados totales en filas y columnas. Al finalizar el proceso, se insertan de nuevo las cifras que se simulaban igual a cero y se recuperan los valores marginales reales (Parikh, 1979 y, Miller y Blair, 2009).

⁴⁶ Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). El Sistema Estadístico de Comercio Exterior (SIEX) se puede encontrar en el siguiente enlace: <http://websiex.dian.gov.co/>

⁴⁷ Recordar que solo se requieren las estadísticas para el año 2010.

- Ajustes al valor CIF/FOB sobre importaciones

En la MIP_{nacional} las actividades que registran ajustes sobre el valor CIF/FOB son: 46.- transporte por vía terrestre, 47.- transporte por vía acuática, 48.- transporte por vía aérea e 51.- intermediación financiera; pero para las mencionadas actividades la DIAN no registra importaciones regionales y por ende no hay la necesidad de realizar los ajustes.

II.2.3. Puntos clave de la metodología RAS para “regionalizar”

El objetivo general de la investigación es obtener una MIP para los departamentos que componen la Región Oriental de Colombia, para ello y por las razones antes descritas, se aplica la técnica RAS sobre las matrices en transacciones de usos intermedios y finales. En los siguientes párrafos se hace un recuento breve del proceso a seguir al implementar la técnica RAS. Para la realización del procedimiento se debe contar con la información representada en la tabla 10, donde se expone el ejemplo de regionalización para la totalidad de la región.

Tabla 10. Submatrices de usos intermedios y finales de la MIP_{nacional} de 2010 agregada a tres sectores y descripción de la información que se requiere para llevar a cabo la regionalización, en miles de millones de pesos colombianos y a precios corrientes

	1	2	3	Ci	Gi	SHi	li	Ei	Mi	C/F i	Xi_Col	Xi_Reg
1	5870.45	41258.6	2852	13515	15.93	0	3178	42700	-4317	0	105073	34939.8
2	10459.92	102291	52460.43	101493	2091.2	0	104441	35384	-79334	0	329286	67570.4
3	9011.57	55991	119524.5	206339	88382	1594	8371	4524	-13723	4194	484208	71450.4
Zj-Col	25,342	199,540	174,837	321,347	90,489	1,594	115,990	82,608	-97,374	4,194		
Zj-Reg.	4722.78	38016.91	29363.41	59560	20812	325.28	22061.96	8081.35	-8983.80	0		

Donde:

	Matriz de usos intermedios de Colombia
	Matriz de usos finales de Colombia
	Vector columna del valor de producto por sector de Colombia
	Vector columna del valor de producto por sector de la Región Oriental
	Total compras intermedias de Colombia
	Total compras intermedias de la Región Oriental
	Total de los componentes de la demanda final de Colombia
	Total de los componentes de la demanda final de la Región Oriental

Fuente: Elaboración propia

Proceso:

- a) Identificar los vectores $u(1)$ y $v(1)$. El vector $u(1)$ está compuesto por la sumatoria por filas y el vector $v(1)$ hace referencia al total por columnas, del total de los usos intermedios y del total de los componentes de la demanda final por sector, correspondiente a los datos de la Región Oriental.

Nota importante: Recordar que como se tienen datos completos del comercio exterior de la región, y la técnica permite insertar datos previamente conocidos, al total del producto del sector se le resta la información de las exportaciones e importaciones, y los últimos dos elementos del vector v se dejan en cero.

$$u_i = [\Sigma Z_{ij}; \Sigma C_i; \Sigma G_i; \Sigma SH_i; \Sigma I_i; \Sigma E_i; \Sigma M_i; \Sigma C/F_i] \quad \therefore u(1) = X'(1) = \begin{bmatrix} 31,198 \\ 72,517 \\ 71,148 \end{bmatrix}$$

$$v_j = [\Sigma Z_{ij}; \Sigma C_j; \Sigma G_j; \Sigma SH_j; \Sigma I_j; \Sigma E_j; \Sigma M_j; \Sigma C/F_j] \Rightarrow$$

$$v(1) = [4,723; 38,017; 29,363; 59,560; 20,812; 325; 22,062; 0; 0; 0]$$

- b) Es evidente que la suma por filas y columnas de la matriz Z^0 correspondiente a la matriz de usos intermedios y finales de Colombia es diferente a la información de la Región Oriental planteada en los vectores $u(1)$ y $v(1)$, se procede a realizar la primera iteración por filas (que fue planteada anteriormente en la ecuación (25)) y se calcula el error planteado en la ecuación (18) para esa primera mejor aproximación, de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Si } r_i^1 &= \frac{u_i(1)}{u_i^0} \quad \text{y} \quad Z^1 = \hat{r}^1 Z^0 \Rightarrow Z^1 = \left(\frac{\widehat{u(1)}}{u^0} \right) Z^0 & (31) \\ \text{si } r_i^1 &= [\hat{u}(1)](\hat{u}^0)^{-1} \quad \text{y} \quad Z^1 = \hat{r}^1 Z^0 \Rightarrow Z^1 = ([\hat{u}(1)](\hat{u}^0)^{-1}) Z^0 \end{aligned}$$

$$\varepsilon = \sum |u_i(1) - u_i^k| + \sum |v_j(1) - v_j^k| < 0.005 \quad \text{para } i, j = 1, 2, 3, \dots, k \quad (32)$$

$$\varepsilon = |0| + |62,197| > 0.005$$

- c) Al ser el error mayor al aceptable, se procede a realizar el ajuste por columnas, de igual forma que el presentado en la ecuación (26).

$$\text{Si } s_i^1 = \frac{v_i(1)}{v_i^1} \text{ y } Z^2 = Z^1 s^1 \Rightarrow Z^2 = Z^1 \left(\frac{v(1)}{v^1} \right) \quad (33)$$

o bien

$$\text{Si } s_i^1 = [\hat{v}(1)](\hat{v}^1)^{-1} \text{ y } Z^2 = Z^1 \hat{s}^1 \Rightarrow Z^2 = Z^1([\hat{v}(1)](\hat{v}^1)^{-1})$$

Y el error en el ajuste por columnas es:

$$\varepsilon = |0| + |25,909| > 0.005$$

Al implementar la regionalización en MATLAB, el error y la matriz de transacciones resultantes se muestran a continuación. Recordar que los datos de exportaciones e importaciones se sustrajeron antes de iniciar la iteración, por ende al plantear la matriz ya regionalizada, se deben incluir nuevamente.

$$\varepsilon = |0| + |0.0025| < 0.005$$

Tabla 11. MIP de la Región Oriental para 2010 agregada a tres sectores, ajustada a las submatrices de usos intermedios y finales, en miles de millones de pesos y a precios corrientes

	1	2	3	Ci	Gi	SHi	li	Ei	Mi	C/F i	Xi_Reg
1	2,364.12	17,151.06	1,722.95	8,337.69	16.36	0.00	1,605.32	4,432.75	-690.47	0.00	34,939.78
2	1,558.97	15,737.04	11,729.14	23,172.50	794.85	0.00	19,524.89	3,339.30	-8,286.26	0.00	67,570.44
3	799.69	5,128.85	15,911.30	28,050.05	20,001.23	325.28	931.77	309.31	-7.07	0.00	71,450.41
Zj-Reg	4,722.79	38,016.95	29,363.40	59,560.25	20,812.44	325.28	22,061.98	8,081.35	-8,983.80	0.00	

Fuente: Elaboración propia con base en la MIP _{nacional} de 2010 y utilizando el software MATLAB.

Al obtener los resultados de la actualización y de la regionalización, es posible realizar diversos estudios, entre ellos el análisis de multiplicadores, el cual se realiza en el siguiente capítulo.

III. ANÁLISIS DE MULTIPLICADORES A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL

Como se mencionó anteriormente, los modelos insumo-producto permiten realizar análisis estructural, simulación y evaluación de impactos, así como valorar sus tendencias y cambios a lo largo del tiempo (Tarancón, 2003). De los múltiples análisis que se pueden llevar a cabo teniendo como insumo las MIP nacionales y regionales, a continuación se presentará la identificación y cuantificación de los efectos de arrastre y/o impulso que realiza una rama de actividad como productor y a su vez como comprador de insumos, análisis llamado efecto de multiplicadores, para las MIP de Colombia de los años 2005, 2010 y 2014, y de las MIP regionales, esto con el propósito de visualizar la reproducción del sistema económico de los territorios, detectar aquellas actividades económicas que permitan al país y a los departamentos que componen la Región Oriental desarrollar nuevas potencialidades y aprovechar las ya existentes.

El capítulo está dividido en dos secciones. En la primera se presenta la metodología para hallar los efectos multiplicadores, y a medida que se vaya avanzando en la explicación, se irán presentando algunos resultados obtenidos para Colombia, esto con el propósito de facilitar la comprensión de los multiplicadores y de ir introduciendo al lector en el análisis que posteriormente se hará. Además del análisis de multiplicadores, los resultados son complementados con la realización de otros indicadores utilizados en el análisis regional como son: Índice de Cambio Estructural (ICE), Coeficiente de Localización (CL), Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) e Índice de Hirschman-Herfindall (IHH); esto con el fin de darle robustez a las conclusiones que del modelo se deriven, puesto que si bien el análisis de multiplicadores permiten identificar cuáles son las ramas que por su capacidad de encadenamiento, al generarse una dinámica propia, permite dinamizar a otras ramas, el resultado de los otros indicadores mencionados, dan un panorama de sí la nación y la región se han especializado en las actividades que generan mayores efectos multiplicadores o por el contrario su estructura productiva se centra en aquellas actividades que no generan dinamismo a la economía.

III.1. Técnicas del análisis regional utilizadas para describir el andamiaje productivo de Colombia y de la Región Oriental

III.1.1. Metodología para identificar los efectos multiplicadores

Entre los documentos de trabajo que se han realizado en torno al tema a nivel nacional, se encuentra el desarrollado por Gaytán y Riaño (2015) los cuales a través de la Matriz Insumo Producto nacional de 2010 detectan los efectos multiplicadores e identifican los flujos comerciales más relevantes. Se encuentra que las actividades claves para la economía son sustancias y productos químicos, productos de caucho y plástico, equipo de transporte, productos de papel, carbón y productos metalúrgicos básicos. Y entre las actividades que generan mayores flujos comerciales se encuentra el comercio, la administración pública y defensa, trabajos de construcción y los servicios de alojamiento, y suministro de comidas y bebidas.

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. 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 sectores. Adicionalmente, se evidencia que actividades como obras civiles, otros servicios y, químicos y plásticos son los sectores generadores de mayor empleo.

Partiendo del hecho de que no todas las actividades económicas tienen igual capacidad para impulsar efectos sobre otras actividades (Hirschman, 1958), en los siguientes párrafos se pretende complementar la metodología presentada anteriormente, detectando la preponderancia de las actividades económicas en función de los efectos multiplicadores de la economía de Colombia para los años 2005, 2010 y 2014, con el fin de percibir la intensidad de los encadenamientos productivos y observar la interacción multisectorial tanto para proveer insumos como para hacer uso de ellos (Gaytán, 2013 y Soto, 2000). Para ello, se identifica que el criterio de clasificación de los efectos multiplicadores es el siguiente:

III.1.1.1. Multiplicadores directos⁴⁸

Hacia atrás:

Miden la intensidad del uso de insumos intermedios, a fin de que la *j*-ésima rama pueda incrementar una unidad de su valor de producción (Albornoz *et al.*, 2012). Se calculan de la siguiente forma:

$$D_j = \frac{\sum_{i=1}^n z_{ij}}{X_j} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (34)$$

Donde: z_{ij} = Valor de las ventas intermedias de la rama "i" a "j".
 X_j = Valor de producción de la rama "j" (por columna).

De forma práctica, es la suma por columnas de la matriz de coeficientes técnicos de todas y cada una de las ramas de la economía.

A partir de la definición otorgada en Soto (2000), en los coeficientes calculados para la MIP nacional de 2005, el índice mayor es el de la rama de 10.-carne y pescados (0.9158), esto corresponde a decir que del producto total generado por esta rama, el 92% se debe a la incorporación de insumos nacionales. A la rama 10.- le siguen las ramas de 34.-equipo de transporte, 12.-productos lácteos y 29.-productos de caucho y plástico, con índices de 0.84, 0.83 y 0.73 respectivamente. Al analizar las MIP de 2010 y 2014, se evidencia el mismo comportamiento, las ramas 10 y 34 sobresalen, pero en el 2010 y 2014 la rama de 14.-productos de café y trilla se inserta entre las actividades con mayor poder de arrastre directo.

Hacia adelante:

Indican la proporción de valor de la producción de cada rama de la MIP que se destina a cubrir la demanda intermedia nacional, es decir, mide la parte de la producción de una rama que se utiliza para abastecerse a sí misma y a otras ramas (Dávila, 2002). Se calcula de la siguiente forma:

⁴⁸ También llamados efectos de interdependencia simple (Soto, 2000).

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{X_i} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (35)$$

Que es en sí la misma expresión de (34), solo que el numerador implica una división por valor de producción de cada rama por fila, y por ende la suma por filas de los componentes que constituyen la matriz de coeficientes técnicos.

En el análisis de las tres MIP a nivel nacional, se encuentra que los 53.-servicios a las empresas, la industria de 28.-sustancias y productos químicos, el 43.-comercio y los 2.-productos agrícolas son las actividades cuya producción es requerida en mayor medida como insumo en la producción de otros sectores. Resaltar que en el 2014 la rama 46 correspondiente a los servicios de transporte terrestre se inserta en las actividades impulsoras de la dinámica económica de Colombia.

III.1.1.2. Multiplicadores directos e indirectos o efectos de interdependencia total

La principal diferencia entre los multiplicadores directos hallados a través de los coeficientes técnicos y los multiplicadores directos e indirectos, a continuación presentados, que son hallados por medio de la inversa de Leontief; es que los multiplicadores directos recogen las relaciones intersectoriales de producción iniciales generadas ante cambios en la demanda final, pero no se tiene en cuenta las compras intermedias sucesivas o secundarias (Robles & SanJuan, 2005). Los multiplicadores directos e indirectos, en cambio, recogen no solo el efecto inicial dado por el cambio en la demanda, sino que adicionalmente captan el impacto subsecuente sobre otras ramas.

Rasmussen aclara que la inversa de Leontief puede aproximarse a la suma de la matriz identidad más las potencias sucesivas de la matriz A de coeficientes técnicos, correspondientes a cada etapa del proceso productivo (Duarte *et al.* 2011 y Robles & SanJuan, 2005) donde los sumandos serán decrecientes, así:

$$(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 \dots \quad (36)$$

Lo que implica que la clasificación de ramas que se obtenga a partir de los multiplicadores directos o los directos e indirectos serán similares, puesto que el impacto inicial, captado por los coeficientes técnicos, será siempre el más importante, y a partir de éste le seguirán impactos menores capturados por la inversa de Leontief, que también es interesante determinarlos, como sigue.

Multiplicadores de “Arrastre”, “backward linkage” o “hacia atrás”

Miden la capacidad de una actividad de provocar o arrastrar el desarrollo de otras, dado que utiliza insumos procedentes de éstas (Dávila, 2002). Duarte *et al.* (2011), Moreno y Anguiano (2006) y Soto (2000), los definen como el incremento en la producción de todas las ramas de la economía, que se requiere para hacer frente a un incremento unitario de la demanda final de la *i*-ésima rama. Se calculan como sigue:

$$BL_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} \quad (37)$$

Donde: α_{ij} = Coeficientes de la matriz inversa de Leontief: $(I - A)^{-1}$

De forma que el “arrastre” es la suma por columnas de los elementos que componen la matriz inversa de Leontief.

“Las ramas con mayor índice, reflejan que ante un incremento unitario en la demanda final, necesitan un incremento unitario mayor en la producción que el resto de las ramas, para hacer frente a esa demanda” (Soto, 2000, p. 286). Las tres MIP analizadas para la economía colombiana reflejan que las actividades con mayor capacidad de arrastre directo e indirecto son 34.-equipo de transporte, 10.-producción de carnes y pescados, 29.-productos de caucho y plástico, y 11.-aceites y grasas animales y vegetales.

Multiplicador de “impulso”, “forward linkage” o “hacia adelante”

Se presenta 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. También se interpreta

como el cambio en la producción de la *i-ésima* rama a razón de la variación unitaria en la demanda final de todas las ramas de la economía (Duarte, 2011 y Soto, 2000). Se define como sigue:

$$FL_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} \quad (38)$$

Por su parte, los multiplicadores de impulso resultan de sumar por filas los elementos de la matriz inversa de Leontief.

Al analizar la estructura colombiana se encuentra que las actividades de mayor capacidad de impulso directo e indirecto son: 53.-servicios a las empresas, 28.-sustancias y productos químicos, 43.-comercio y 2.-productos agrícolas. Señalar que aunque los productos agrícolas se encuentran en el *ranking* de las actividades impulsoras, está a perdido fuerza tomando como referencia la MIP nacional de 2005 respecto a 2010 y 2014. Adicional a las actividades mencionadas también se destaca el comportamiento de los 51.-servicios de intermediación financiera y de la 38.-energía eléctrica, como actividades de alta capacidad de impulso.

III.1.1.3. Multiplicadores relativos o de interdependencia promediado

A través de estos, es posible detectar aquellos sectores que se encuentran por encima de la media en cuanto a su capacidad de arrastre o de abastecimiento de insumos, incluso ambas.

Según Hahn (2016), al utilizar multiplicadores estandarizados, si una actividad muestra, por ejemplo, un multiplicador de 1.05, significa que su encadenamiento se encuentra 5% por encima del promedio nacional. Según Soto (2000) si el índice es mayor a 1, para el caso de los multiplicadores relativos de arrastre, significa que la rama tiene gran peso en el entramado productivo debido a que el aumento de producción promedio de todas las ramas es relativamente grande para responder a un incremento unitario de la demanda de la *j-ésima* rama. Y el multiplicador relativo de impulso, expresa la medida en que la producción de la *i-ésima* rama cambia cuando hay un crecimiento de la demanda intermedia de todo el entramado productivo, y si este es mayor a 1 significa que la *i-ésima* rama, ante un incremento

en la demanda, deberá aumentar su producción por encima de la media del aumento de producción de todas las ramas.

La clasificación puede ser representada siguiendo los lineamientos de los cuadrantes del plano cartesiano de la siguiente forma, notar sin embargo, que el ejercicio no se realizó con multiplicadores estandarizados, sino que se determinó si x multiplicador era o no mayor a la media, que es en sí lo mismo:⁴⁹

Tabla 6. Clasificación de actividades a partir de los multiplicadores relativos

II –Ramas de “Arrastre”	I – Ramas “Clave”
Ramas cuyo multiplicador de impulso se encuentra por debajo de la media, sin embargo el multiplicador de arrastre si se encuentra arriba de la media.	Ramas cuyo multiplicador de impulso y multiplicador de arrastre se encuentran por encima de la media.
III – Ramas “No Relevantes”	IV - Ramas de “Impulso”
Ramas que tanto el multiplicador de impulso como el multiplicador de arrastre se encuentran por debajo de la media.	Ramas cuyo multiplicador de impulso se encuentra por encima de la media, sin embargo el multiplicador de arrastre se encuentra por debajo de la media.

La clasificación calculada para la MIP de 2010 para Colombia puede ser observada a continuación en la gráfica 2 y en la tabla 4 se detalla la clasificación para las tres MIP utilizadas.

De acuerdo a la clasificación de Chenery-Watanabe las características que presentan cada uno de las clasificaciones –que se enlazan cómodamente con los resultados obtenidos para economía de Colombia– son las siguientes (Albornoz *et al.*, 2012 y Fuentes, 2003, p.12):

I.- Ramas clave o ramas de manufactura de destino intermedio: Son ramas de alto encadenamiento hacia delante y hacia atrás, son fuertes demandantes de insumos intermedios e importantes oferentes de productos intermedios. Para el caso colombiano nuevamente destacan ramas como el 34.-equipo de transporte, las 28.-sustancias y productos químicos,

⁴⁹ Las ramas clasificadas como de impulso son llamadas también como ramas base de la economía y las ramas no relevantes son también llamadas independientes.

las 20.- fibras textiles naturales, hilazas e hilos; tejidos de fibras textiles, incluso afelpados, y los 31.-productos metalúrgicos básicos. Estas, constituyen ramas de paso obligado de los flujos interindustriales de la economía, por lo tanto, ejercen dominación económica, ya que subordinan y dirigen el comportamiento económico de las ramas dependientes (Asuad, 2001). A estas ramas, según la teoría de polos de crecimiento, por sus efectos, impulsan y difunden el crecimiento económico a otras ramas de la nación, su efecto multiplicador es considerable, puesto que la mayor parte de la compra de insumos los realiza en el territorio donde se localiza (Asuad, 2001).⁵⁰

II.- Ramas con fuerte arrastre o ramas de manufactura final: Presentan bajo encadenamiento hacia delante y alto encadenamiento hacia atrás. Presentan fuerte demanda de insumos intermedios, pero su producción su destina al consumidor final. En este cuadrante se encuentran ramas como 10.-carnes y pescados, 18.-bebidas, 23.-curtido y preparado de cueros, productos de cuero y calzado y 26.-edición, impresión y artículos análogos; efectivamente ramas que registran consumo intermedio elevado, pero su oferta de productos se destina principalmente hacia los consumidores finales.

III.- Ramas no relevantes o ramas primarias de producción de destino final. Tienen bajo encadenamiento hacia delante y hacia atrás. Son ramas que consumen una cantidad poco significativa de insumos y dedican su producción principalmente a satisfacer la demanda final, tales como 6.-carbón mineral, 8 y 9.-minerales metálicos y no metálicos, 41 y 42.- actividades concernientes a la construcción o actividades primarias como 1.-,4.- y 5.- actividades relacionadas con los productos de café, silvicultura y pesca.

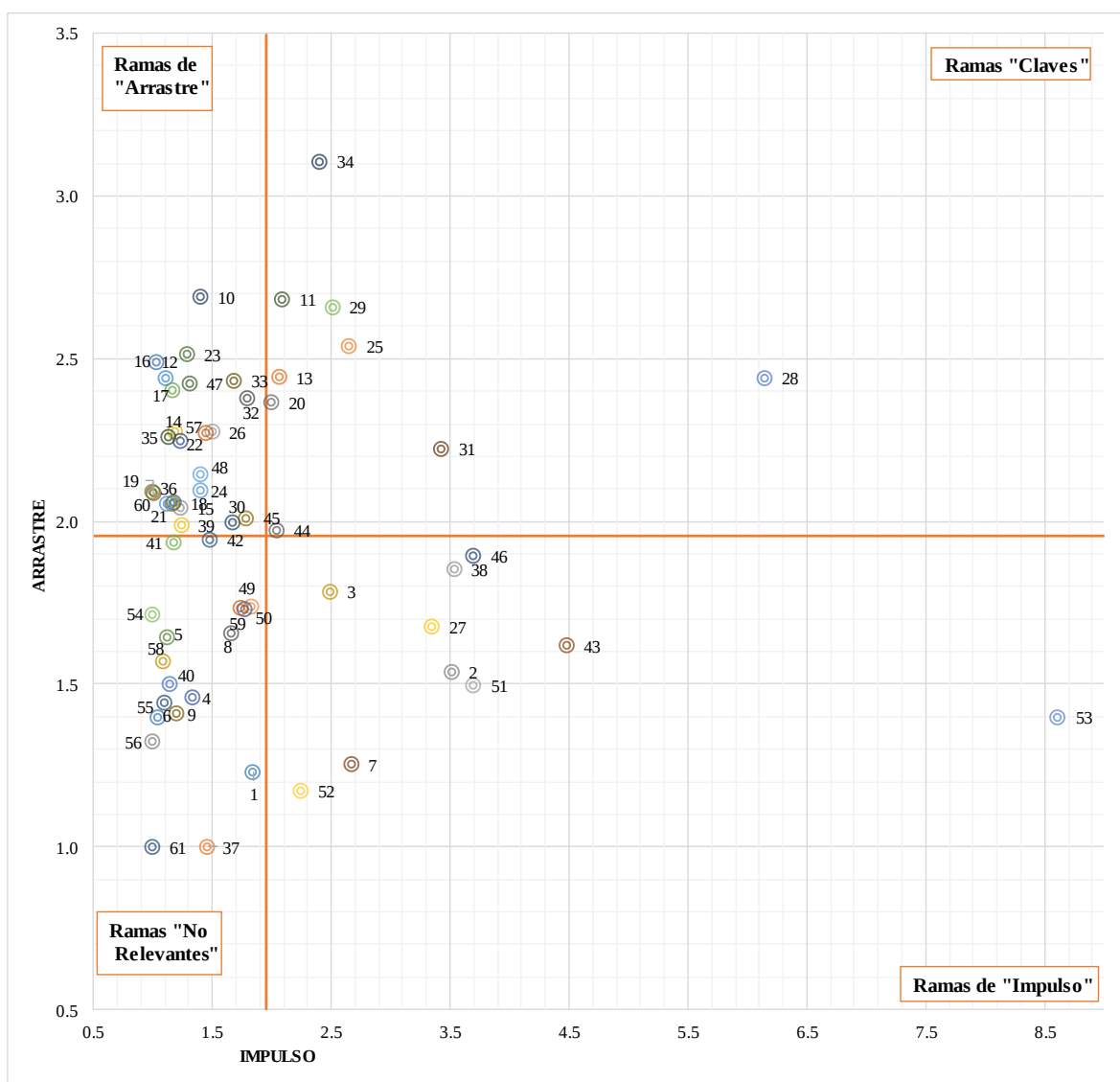
IV.- Ramas de impulso o ramas de producción primaria de destino intermedio: De alto encadenamiento hacia delante y bajo encadenamiento hacia atrás. Son ramas cuya demanda de insumos es pequeña o demandan gran cantidad de insumos importados, y su producción es de destino intermedio, por lo que se inclinan a abastecer de insumos a otros sectores y canalizan una menor parte de producto al mercado como bien final, tal es el caso de actividades como 3.-animales vivos, productos animales y productos de caza, 27.- Productos

⁵⁰ “...su poderío económico se sustenta en una alta concentración del capital, alta elasticidad, ingreso de la demanda de sus productos, avanzado nivel tecnológico y experiencia administrativa...” (Asuad, 2001, p. 68).

de la refinación del petróleo; combustible nuclear, 38.-energía eléctrica y 53.-servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios.

Los resultados pueden ser resumidos en un gráfico como el siguiente, donde se representa un plano cartesiano y a cada uno de los cuadrantes la clasificación correspondiente.

Gráfica 1. Clasificación de actividades con base al cálculo de multiplicadores relativos para la MIP_{nacional} 2010



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la MIP de Colombia para el año 2010.

III.1.2. Presentación del Índice de Cambio Estructural, Coeficiente de Localización, Tasa Media de Crecimiento Anual y Índice de Hirschman-Herfindall

A continuación se realiza una breve explicación del objetivo de cada uno de los indicadores complementarios, con el fin de darle robustez al análisis de multiplicadores, se presenta la forma en cómo fueron contruidos, ya para en la próxima sección dar la respectiva interpretación conjunta. Cabe aclarar que de los análisis aquí presentados todos fueron implementados para la Región Oriental y sus departamentos, sin embargo, el Coeficiente de Localización (CL) no fue implementado para Colombia, puesto que este supone tener los datos de un contexto de referencia más grande, cómo se observa más adelante, lo cual se sale de los límites de la presente investigación.

La variable utilizada para implementar los indicadores corresponde al valor agregado (VA), esto con el fin de observar la relación cuota regional con productividad del trabajo (Isard, 1973), y además porque esta es la única variable que el DANE en cuentas nacionales departamentales publica de forma desagregada y continua en cuanto a espacio y tiempo. Los datos que se publican a precios constantes de 2005, se encuentran de 2000 a 2014, a nivel nacional y por departamentos, y para 61 ramas de actividad, lo cual es pertinente para realizar los análisis propuestos. Otra precisión que es oportuna realizar, es que si bien los datos se publican desagregados por ramas de actividad, la industria manufacturera que conglomeraba las actividades de la 10 a la 37 según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) Revisión 3, el DANE la agrupa en una sola rama (10-37), lo cual impide realizar un análisis para las actividades que conforman la industria; sin embargo, el DANE por medio de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) provee la información desagregada para 66 grupos industriales a nivel nacional y por departamento, de 1992 a 2014,⁵¹ aunque solo se analizarán los datos a partir del 2000 hasta el 2012, porque se requiere trabajar en un periodo homogéneo a las demás actividades y porque si bien la información esta publicada hasta el 2014, a partir de 2013 la EAM se elaboró bajo la CIIU Revisión 4 dificultando la homogeneización, tratamiento y análisis de los datos, además para el 2014 sólo se han publicado los datos a

⁵¹ Los datos provenientes de la EAM se publican a precios corrientes, por ende para los fines aquí propuestos, se deflactan, al igual que los datos de cuentas nacionales departamentales, en base 2005.

nivel nacional. Lo anterior implica, que aunque en esta sección los datos provenientes de cuentas nacionales y de la EAM se presenten en una sola tabla, recordar que los datos para las actividades industriales se trabajan de 2000 a 2012 y las demás actividades de 2000 a 2014.

El primer ejercicio realizado corresponde al *Índice de Cambio Estructural (ICE)*, herramienta que se implementa con la finalidad de comprobar si la economía regional o nacional ha experimentado o no un cambio significativo en su estructura productiva en cierto periodo de tiempo, y en términos generales permite determinar cuáles han sido las actividades que se han visto beneficiadas o perjudicadas con el cambio. El índice se define de la siguiente forma (Memedovic, 2010):

$$ICE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{va_{i(t)}}{VA_{(t)}} - \frac{va_{i(t-s)}}{VA_{(t-s)}} \right|}{2} \quad (39)$$

Siendo va_i , el valor agregado generado en la región en un determinado año t y $t-s$ periodos atrás, respectivamente; y VA , el valor agregado nacional en el año t y $t-s$ periodos atrás. Un resultado de 100% implica un cambio total de la estructura productiva, un cambio del 50% significaría el cambio de la mitad de la estructura y un resultado de 0% implica ningún cambio en la economía.

Por su parte, el *Coefficiente de Localización (CL)* es un instrumento de análisis bastante utilizado por su simplicidad y bajos requerimientos de información, sin embargo útiles resultados.⁵² La técnica es una herramienta que comprende la relación entre el tamaño relativo de una actividad económica x_i regional, con el tamaño relativo de un contexto de referencia (Isard, 1973 y Benita & Gaytán, 2011).⁵³ Tal como se comenta en Riaño y Sánchez

⁵²La descripción de la metodología del coeficiente de localización ha sido tomada del documento de investigación denominado “Un análisis de las ramas de actividad de agricultura y transporte aplicando la metodología *shift-share* y el coeficiente de localización para el departamento de Boyacá-Colombia (2002-2012)” realizado en coautoría, por la autora de la presente tesis de maestría.

⁵³ El coeficiente puede ser elaborado a partir de datos de ingreso, valor agregado, empleo, población, entre otros, esto según sea el objetivo de la investigación. Isard (1973) explica que si por ejemplo se está interesado en averiguar la cuota regional de una industria específica con relación a la distribución geográfica, los datos correctos a utilizar corresponden al ingreso. Si lo que se busca es la relación cuota regional con productividad del trabajo, lo indicado es utilizar como base el valor agregado, o para observar condiciones de bienestar, los datos que describen a la población son los adecuados.

(2014), mencionado coeficiente se puede utilizar por ejemplo para analizar la base económica y el grado de especialización productiva del territorio objeto de estudio en un tiempo dado; y también es un método indirecto para estimar las exportaciones regionales (Polèse, 1998). Así entonces el coeficiente se define como:

$$CL_{ij} = \frac{\text{Participación de la actividad (productiva o de servicios) en la economía regional}}{\text{Participación de la actividad en la economía nacional}} \quad (40)$$

De igual forma Morales (2004), lo define cómo:

$$CL_{ij} = \frac{va_i/va_t}{VA_i/VA_t} \quad (41)$$

Donde: CL_{ij} = Coeficiente de localización de la rama i en la región j
 va_i = Valor agregado de la i-ésima rama en la j-ésima región
 va_t = Valor agregado total de la j-ésima región
 VA_i = Valor agregado del contexto de referencia (nacional) de la i-ésima rama
 VA_t = Valor agregado del contexto de referencia

Del coeficiente se pueden obtener tres posibles resultados: un coeficiente de localización igual a uno, menor a uno y mayor a uno. Un CL igual a uno, indica que las actividades tienen un aporte relativo al valor agregado regional similar al que tienen en la economía nacional, es decir, existe una generación de valor regional suficiente para abastecer la demanda local, pero no existen excedentes que puedan ser exportables. Un CL menor a uno, señala una menor participación relativa y se interpreta como una insuficiente generación de valor agregado regional, por lo tanto es necesario importar los bienes y servicios correspondientes. Y por último, un CL mayor a uno significa que la economía regional registra una especialización en estas actividades y se asume que su producción excede a la demanda local y por ello se exporta.

Existen excepciones cuando la actividad registra un CL mayor a uno, por ejemplo en las ramas de actividad relacionadas con la construcción, el turismo o las actividades gubernamentales, cabe la posibilidad de que registren un $CL > 1$, claro está, que estas actividades son netamente

abastecedoras de la demanda local, no un producto o servicio susceptible a ser exportado, en efecto, si dichas actividades registran un coeficiente mayor a uno, significa un crecimiento favorable de la rama de actividad (Riaño & Sánchez, 2014).⁵⁴ Lo anterior es una de las razones por las cuales Isard (1973) aclara que los resultados y posibles interpretaciones del CL son útiles si se emplean junto a otras técnicas de análisis, su significación por sí sola es pequeña. Un ejemplo de ello, es que a partir de los resultados del CL y de la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA), se logra clasificar las ramas de actividad en trascendentes, tradicionales, deprimidas y emergentes (Gaytán, 2013).

Recordando, la TMCA porcentual se define como sigue:

$$TMCA_i = \left[\sqrt[t]{\frac{va_1}{va_0}} - 1 \right] * 100 \quad (42)$$

donde " va_1 " es el dato de valor agregado del año final, " va_0 " es el valor agregado del año inicial o base, y "t" es el número de años transcurridos entre el año inicial y el año final seleccionado para el estudio.

Entonces, las actividades que se clasifican como *trascendentes*, en el presente análisis, serán aquellas actividades regionales que crecen por encima de la TMCA de la correspondiente actividad pero a nivel nacional y tienen un $CL > 1$ respecto a la nación. Estas se caracterizan por presentar un crecimiento acelerado y ser generadoras de excedentes susceptibles a exportar.

Las actividades *tradicionales* crecen por debajo de la TMCA a nivel nacional pero registran un $CL > 1$. Aportan al valor agregado de la región porque son susceptibles a exportar, pero su senda de crecimiento es declinante.

⁵⁴ Si se elabora un coeficiente de localización para empleo, utilizando como variable base por ejemplo el total de personal ocupado, el CL tendría la siguiente interpretación: Un $CL < 1$ significa que la región tiene para la actividad estudiada, una cuota de empleo menor que la que le corresponde según el porcentaje sobre el total de empleo. Un $CL > 1$, significaría entonces, una cuota de empleo mayor que la proporcional (Isard, 1973, pp. 119).

Las actividades *deprimidas* crecen por debajo de la TMCA a nivel nacional y tienen un $CL < 1$, es decir, no aportan al crecimiento de la economía interna y no poseen potencialidades para ser aprovechadas por el departamento.

Por último, las actividades *emergentes* crecen por arriba de la TMCA a nivel nacional, pero registran un $CL < 1$, esto quiere decir que dichas actividades no son base económica del territorio, sin embargo al crecer de manera acelerada pueden ser un foco de especialización al que puede optar el territorio.

Y por último, se construye el Índice Hirschman-Herfindahl (IHH). Este se utiliza para medir el grado de concentración estructural existente en el mercado, en otras palabras, para identificar la existencia de mercados en competencia imperfecta (Palan, 2010). A pesar de ello, el índice puede ser utilizado para verificar si la actividad económica de la región objeto de estudio se concentra en una o varias ramas, o bien si la economía presenta cierto grado de diversificación.

Se define como sigue:

$$IHH = \sum_{i=1}^n \left(\frac{va_{ij}}{VA_j} \right)^2, \quad \frac{1}{n} < IHH < 1 \quad (43)$$

Donde va_{ij} =Valor agregado en la i-ésima rama de la j-ésima región.
 VA_j =Valor agregado total de la j-ésima región
 n =Número de actividades económicas que se evalúan.

El ICE se calcula a nivel sectorial para Colombia entre 1980 y 2014; el ICE y la TMCA se calculan para el periodo de 2000 a 2012 para las actividades industriales, y de 2000 a 2014 para las demás actividades, a nivel nacional regional y departamental; el CL se calcula para el 2000 y 2012 o 2014 según sea el caso, de la actividad regional respecto a la misma actividad pero a nivel nacional; y el IHH se calcula para el 2012 o 2014 según sea el caso.

III.2. Resultados más representativos del análisis de multiplicadores y demás índices para Colombia y la Región Oriental.

III.2.1. Indicaciones iniciales

Si se observa detenidamente los resultados de los indicadores como el CL, ICE, IHH y TMCA – que fue lo primero que se implementó con miras a realizar un diagnóstico regional y sectorial– se evidencia que si bien la definición de Región Oriental planteada por el DANE y el Banco de la República se constituye como una región plan o de planificación con miras a llevar a cabo proyectos de desarrollo, existen diferencias significativas en cuanto a actividad económica se refiere entre los departamentos que conforman la región, es por ello que si bien en los objetivos iniciales del trabajo de tesis se planteó trabajar con la definición de Región Oriental, al identificar las diferencias se decide realizar la regionalización para cada uno de los departamentos que la conforman, y el implementarlo se facilitó gracias a que al realizar la recolección de los datos necesarios para implementar la técnica RAS para la Región Oriental, necesariamente se tuvieron que buscar los datos por actividad económica para cada uno de los departamentos que la conforman –Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander y Santander– entonces los datos para realizar la técnica ya se tenían, además al programa realizado en el software MATLAB permitió realizar la regionalización con facilidad.

Sin embargo, la regionalización no se pudo llevar a cabo para el departamento del Meta, esto debido a como lo aclara Miller y Blair (2009), el procedimiento se ve impedido si no hay suficiente margen de ajuste –como se mencionó en el primer capítulo– y en este caso en el vector de producción de Meta, 24 de las 60 ramas de actividad que se trabajan, tienen producción nula, además el número de iteraciones a realizar depende de la distancia que exista entre los valores base (nacionales) y el valor a ajustar, y en este caso, el valor de la producción del departamento de Meta para el 2010 es tan sólo del 3.25% del valor de la producción nacional; adicionalmente el 52% (de un total 3840, 1993 son cero) de las celdas de la matriz base o nacional son ceros, por las razones mencionadas, el análisis no se pudo llevar a cabo para el departamento del Meta; a pesar de ello, se presenta los resultados para el departamento de los demás indicadores propuestos y a lo largo de esta sección se resaltarán aspectos acerca del departamento.

Ahora bien, para facilitar el análisis de los resultados obtenidos se propone partir de la división sectorial propuesta en el anexo 4 planteada a partir de la clasificación sectorial que hace el DANE, Ortiz y Salazar (2015) y Duarte *et al.* (2011),⁵⁵ en la que se divide a la economía en 10 sectores, para luego centrarse en el análisis a nivel rama. De igual forma la interpretación de resultados se hará primero para Colombia y se irá resaltando con lo obtenido en los departamentos analizados. Si el lector requiere verificar o ampliar los resultados aquí presentados se puede dirigir a los anexos 3 al 13.

III.2.2. Resultados representativos

El primer bloque a analizar corresponde al **sector agropecuario** el cual está conformado por cinco actividades de las cuales tan sólo el 2.-cultivo de otros productos agrícolas (excepto el café) y 3.-animales vivos, productos animales y productos de caza, se constituyen como ramas de “impulso” para la economía colombiana, con una TMCA de 2.39% y 2.68% respectivamente, por debajo del crecimiento general (4.5%). Sin embargo, algo diferente sucede en los departamentos que conforman la Región Oriental, donde:

- Aunque la actividad cafetera no es relevante a nivel nacional y su TMCA para el periodo estudiado fue de 1.78%, en la región está se clasifica como una actividad ya sea transcendente o emergente, y es una actividad de arrastre (excepto para Santander). La matriz inversa de Leontief, de la cual se toman los resultados aquí analizados da la respuesta a tal suceso, donde se encuentra que en la región la actividad compra bienes de la industria química y de fabricación de maquinaria y equipo, así como paga por los servicios de la rama del comercio de forma más intensiva que a nivel nacional.
- La actividad de productos animales se ratifica como actividad “clave” para Norte de Santander y de “impulso” para los demás, y así mismo se constituye como una actividad ya sea tradicional o transcendente. Se destaca según los datos encontrados, que el 76.39% de la producción regional corresponde a “ganado bovino”. Esta actividad se caracteriza por ser destino intermedio para las agroindustrias de carnes y lácteos.

⁵⁵ Duarte *et al.* (2011), para realizar la clasificación se apoya en la clasificación realizada por la OCDE, en base al nivel tecnológico de las industrias e indicadores de gasto en I+D y productividad de dicho gasto.

- De igual forma, el 2-cultivo de productos agrícolas se clasifica como tradicional o trascendente y de “impulso” para Boyacá, Meta y Norte de Santander. Esta actividad es impulso principalmente de la industria de 13.-productos de molinería, almidones y sus productos.⁵⁶ Resaltar que en la recopilación de datos se logró capturar que el producto que sobresale en los departamentos es la “papa” con un participación regional del 30.73% respecto al resto de los cultivos de la región, seguido de la caña panelera con un 8.49%. Otra afirmación que se puede realizar es que aunque Cundinamarca es el mayor productor agrícola de los departamentos analizados –seguido de Boyacá–, la actividad es tradicional y “no relevante”, esto es, como se verá más adelante, porque el departamento se especializa en otros sectores como la industria de tecnología media-baja. Adicionalmente, al no ser esta actividad importante en la estructura local de Santander, este se ve en la obligación de importar el 23.2% de la producción de actividad.

Resaltar que al igual a como lo menciona Lifschitz y Allende (1985), puede que este sector sea de destino intermedio para la agroindustria y que sea independiente del resto de las actividades; pero ello no le resta importancia a los resultados sobresalientes que se evidencian para la región y la capacidad de “impulso” que tiene para el entramado.

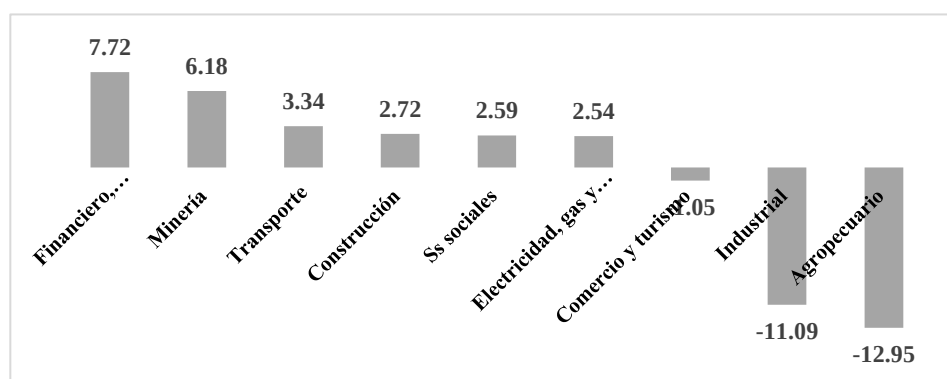
Es importante detallar la gráfica 2 que expone el cambio estructural a nivel sectorial presentado en Colombia de 1980 a 2014, donde se observa que el sector que más perdió con el cambio ha sido el agropecuario, debido principalmente la implementación del modelo de sustitución por importaciones impulsado en gran parte de los países latinoamericanos, entre ellos Colombia, aproximadamente a partir de la década de los 40, y cuyo objetivo principal fue alcanzar la fase de generación de productos de alto valor agregado –entiéndase como industrialización– a partir de los excedente generados del sector primario (Guillén, 1994), sin embargo, lo que se evidencia es un rezago de la actividad industrial como de la actividad agropecuaria.

Se concluye del análisis de multiplicadores la importancia que tiene y que tendría el sector para el impulso de la estructura productiva, si el país se enfocara en este sector y la región

⁵⁶ La industria de molinería se refiere al procesamiento de cereales hasta convertirlos en productos de repostería. Y el almidón es utilizado por la industria cervecera en el proceso de fermentación, también es utilizado por la industria farmacéutica, la industria del papel, entre otros.

siguiera mejorando sus indicadores; y como lo menciona Silva (2011), el país debe utilizar más y mejor el potencial productivo del campo, no sólo porque tiene las condiciones para hacerlo, sino porque debe cubrir las crecientes necesidades que subyacen de la urbanización y de las demandas exteriores. Además, puede que este sector no se considere importante si se observa bajo una perspectiva global, sin embargo una potencialización de éste afianzara las complementariedades entre sectores, aumentara la oferta de alimentos actual y se podrían generar efectos sobre las exportaciones (Bejarano, 1998).

Gráfica 2. Cambio estructural (%) de Colombia, 1980-2014, por sectores



Fuente: Elaboración propia con base en datos de las cuentas nacionales anuales a precios corrientes⁵⁷, DANE

Los resultados del **sector minero** se pueden resumir también en la gráfica 1, donde se posiciona como un bloque ganador luego de haber jugado un rol secundario en la mitad del siglo xx, debido a cambios en la política de hidrocarburos en 1974, importantes descubrimientos de reservas de petróleo y gas, organización de la explotación de carbón y níquel, y el desarrollo de grandes proyectos estatales, en asocio con multinacionales (Silva, 2011).

Efectivamente en Colombia la actividad del 7.-petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio, se ratifica como “impulso” para la economía, con una TMCA del 3.01%. En la región es “impulso” y transcendente para Boyacá, clave y deprimida para Norte de Santander y emergente para Meta; destacar el hecho de que el 31.22% del 68.63% de cambio estructural en Meta y el 8.05% del 37.17% en Boyacá, se debió a la actividad petrolera. De la región

⁵⁷ El calcular el ICE utilizando datos a precios corrientes no constituye ningún inconveniente puesto que el índice se calcula a través de precios relativos.

otra actividad minera que es posible destacar es la extracción de 9.-minerales no metálicos. Destacar que Cundinamarca y Santander en general no se catalogan como departamentos mineros o “extractivos”, sin embargo Boyacá, Norte de Santander y Meta si lo son, aunque la actividad en Norte de Santander ha perdido relevancia. Aunque Haddad *et al.* (2016) menciona que los departamentos extractivos son generadores de riqueza pero muestran encadenamientos bajos, y no necesariamente generan mayores oportunidades económicas al resto del aparato productivo; los resultados que se evidencian es que como actividades de “arrastre” (demanda de insumos) guardan relación con actividades como la 42.-construcción de obras civiles o con el 46.-servicio de transporte terrestre; y como actividades de “impulso” (destino intermedio), el 6.-carbón y el 7.-petróleo y gas, se relacionan con la generación de 38.-energía eléctrica⁵⁸ y 39.-gas; los 8.-minerales metálicos con la 31.-industria metalúrgica y de 32.-maquinaria y equipo y los 9.-minerales no metálicos con la industria de 28.-sustancias y productos químicos y de 30.-productos de minerales no metálicos.

Los resultados para la **agroindustria** a nivel nacional son sobresalientes, de las 10 actividades del bloque para Colombia, ninguna es “no relevante”, 9 son actividades de “arrastre” y una, la industria de 13.-productos de molinería, almidones y sus productos, es “clave” para el 2010, aunque para el 2014 –al igual a como lo fue en 2005–, vuelve a ser de “arrastre”. Un cambio negativo en este bloque agroindustrial ha sido el de la industria de 19.-productos de tabaco que paso de ser de “arrastre” en el 2005 y 2010, y pasa a ser “no relevante” en el 2014 y se añade su bajo crecimiento (1.37%). A nivel nacional, destaca el crecimiento de las industrias de 10.-carnes y pescados (6.59%), 13.-productos de molinería, almidones y sus productos (4.62% para el grupo 154 y 4.14 para el grupo 155), 16.-cacao, chocolate y productos de confitería (5.52%) y 18.-bebidas (4.19%).

Sin embargo, los resultados a nivel regional no son tan positivos,⁵⁹ en todos los departamentos solo dos agroindustrias: 12.-productos lácteos y 13.- productos de molinería, almidones y sus productos, son de “arrastre”, las demás son “no relevantes”, y si se

⁵⁸ Según la UPME (2014), en Colombia, la mayoría de la generación de energía es hidráulica y térmica, y recordar que la energía térmica se produce con carbón.

⁵⁹ A nivel nacional las actividades que pertenecen a la agroindustria son 10, sin embargo a nivel regional, son tan sólo 9 porque se agrupo a la rama 17 con la 36.

profundiza en el resultado de los demás indicadores, se encuentra que la industria de lácteos es trascendente solo en Cundinamarca y emergente en Santander, y la industria de molinería es trascendente en Cundinamarca, Meta y Norte de Santander. Y los resultados son congruentes con los obtenidos en el sector agropecuario, donde las actividades sobresalientes eran el cultivo de productos agrícolas relacionado con los productos de molinería y almidones, y la actividad de animales vivos y productos, donde se resaltó que la región se especializaba en ganado bovino, que se relaciona con los productos lácteos.

Concluyendo que las actividades de este sector que por lo general son de “arrastre” y caracterizadas por ser compradores de otros sectores (en especial del agropecuario), pero vendedores al consumidor final, por ende débiles en ventas intermedias (Lifschitz & Allende, 1985), dependen del crecimiento de las actividades agropecuarias y a su vez que las actividades agropecuarias dependen del crecimiento de la agroindustria; por ende, este sector puede ser un enfoque importante para el crecimiento de la región, que aunque actualmente dichas actividades no sean relevantes, pueden llegar a serlo y llegar a aprovechar la estructura nacional ya establecida.

Continuando con los resultados para la **industria de tecnología baja** se encuentran que también son sobresalientes a nivel nacional, 7 de las 10 industrias son potencial “arrastre”, dos son “claves” y tan sólo una es “no relevante” (37.-desperdicios y desechos”). Las ramas “claves” son 20.-fibras y tejidos de textiles naturales, hilazas e hilos y 25.-productos de papel, cartón y sus productos, de estas señalar lo siguiente: la rama textil se cataloga como “clave” en 2005 y 2010, pero en el 2014 se clasifica como “arrastre”, es decir que pierde “impulso”, además la TMCA de los grupos que conforman la industria, en el periodo estudiado son negativas (171.-fibras textiles (-5.03%), 172.- productos textiles (-3.46%) y 173.-acabado de productos textiles (-5.75%)), lo que sugiere que si bien “la actividad textil presenta altos núcleos de autonomía con respecto a la economía nacional y sector externo, en cuanto a sus relaciones de compra-venta directa de materias primas” (Lifschitz & Allende, 1985, p.131), se debería impulsar esta industria, puesto que genera fuertes encadenamientos hacia adelante y hacia atrás. Lo mismo sucede con la actividad de productos de papel y cartón, si bien es clave, presentó un crecimiento negativo de -0.75%.

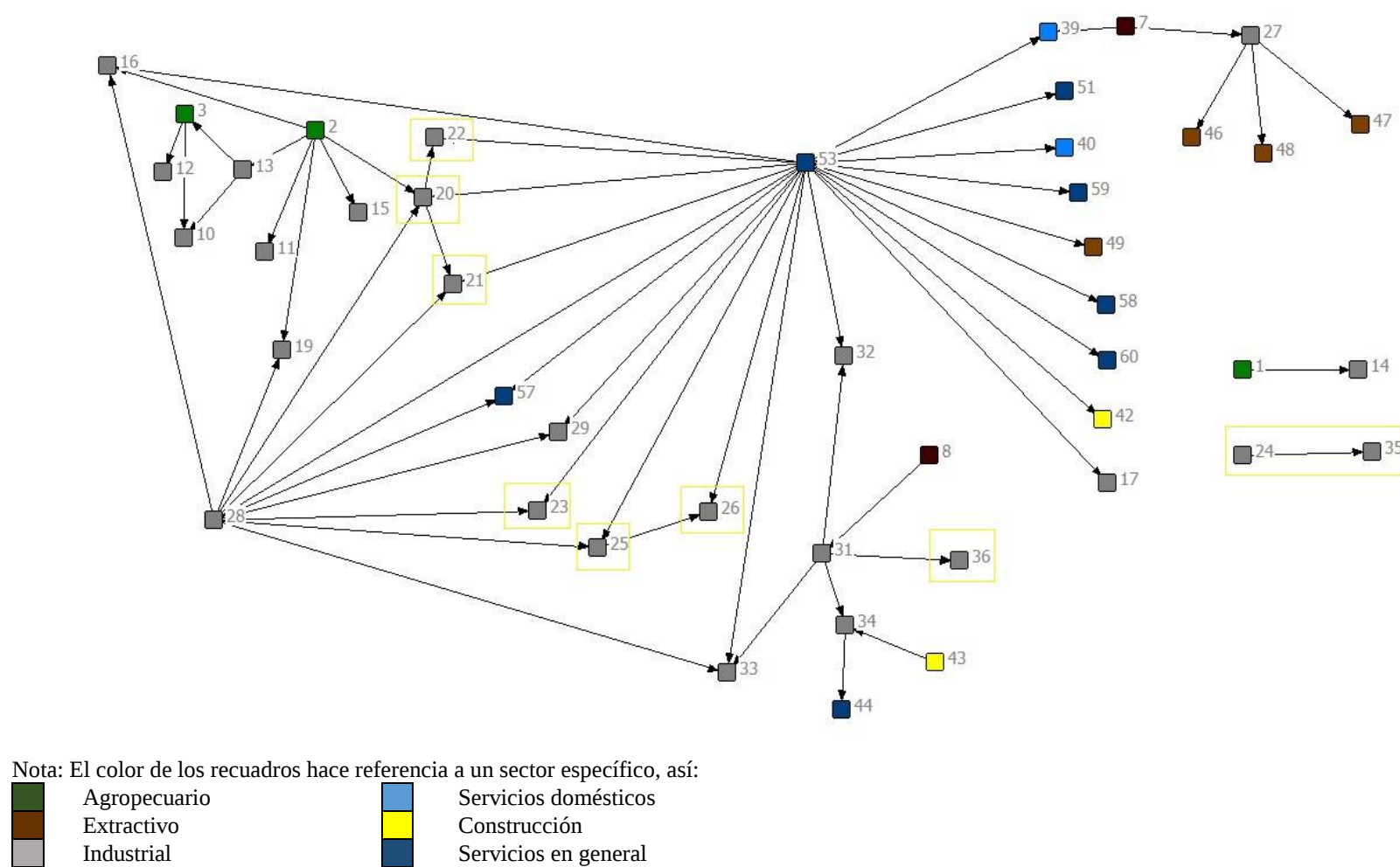
A nivel nacional, las demás actividades que sobresalen por su poder de “arrastre” y sus altas TMCA son: 23.-curtido y preparado de cueros, cuero y calzado en especial el grupo de 182.- fabricación de artículos de piel (7.03%), 24.-productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables, en especial el grupo 204.-recipientes de madera (10.76%) y 209.-otros productos de madera (7.57) y por último 26.-edición, impresión y artículos análogos, en especial 223.- actividades de impresión (9.09%).

Al igual que para las actividades de la agroindustria, la dinámica en la industria de baja tecnología regional no es tan dinámica como a nivel nacional, de hecho en la región, de las diez actividades que conforman el bloque, solo tres sobresalen como actividades de “arrastre”, las cuales son: 21.-artículos textiles, 26.-edición, impresión y artículos análogos, y 35.-muebles. Mencionar que en este bloque sucede todo lo contrario a lo que sucedía en la agroindustria, se registra actividades que son emergentes, tradicionales y transcendentales en aquellas industrias que “no son relevantes” como es el caso de las industrias 23.-cuero y calzado y 24.-productos de madera en el departamento de Cundinamarca; aunque se ven intentos favorables como es el caso de la edición e impresión que es emergente en los Santanderes⁶⁰ y la fabricación de muebles que es transcendente en Cundinamarca y Meta. Para este bloque se puede concluir que Boyacá, Meta y Norte de Santander tiene participación nula, Santander destaca en alguna de las industrias (textiles y edición e impresión) y la que lleva la cabecera en el bloque es Cundinamarca destacando en industrias como textiles, productos de madera, corcho, paja y demás; muebles, y productos de papel y cartón.

Para señalar la importancia de “arrastre” de este sector, se representan los multiplicadores directos e indirectos hallados por medio de la matriz inversa de Leontief, por medio de un grafo (gráfica 3), el cual permite detallar de forma explícita las relaciones más importantes que se establecen entre ramas. Notar que las ramas que integran la industria de baja tecnología son señaladas dentro de un recuadro amarillo; notar además que en general son las actividades pertenecientes al sector industrial, son las que más encadenamientos generan.

⁶⁰ Cuando se habla de los Santanderes, se hace referencia a Norte de Santander y Santander.

Gráfica 3. Relaciones intersectoriales más importantes de la economía colombiana con base en la MIP_{nacional} de 2010



Fuente: Elaboración propia utilizando UCINET 6 y con base en la MIP_{nacional} de 2010.

Debido a que al **bloque de la industria de tecnología media-baja**, solo lo integran 3 actividades, los resultados obtenidos son más homogéneos. A nivel nacional se obtiene que la actividad de 29.-caucho y plástico y 31.-metalúrgicos básicos se clasifican como “claves” y la actividad 30.-minerales no metálicos como “arrastre”. Los grupos de la industria metalúrgica son los que obtienen TMCA más favorables (281.-tanques, depósitos y generadores de vapor (11.92%), 271.-hierro y acero (4.48%) y 272.-metales preciosos y de metales no ferrosos (3.2%)), seguido de 30 (261.-vidrio y sus productos (3.56) y 269.-otros minerales no metálicos (1.36%), pero la actividad del caucho y del plástico registra una TMCA de -1.32%.

Los resultados señalan que en la región los metalúrgicos básicos y los minerales no metálicos son las industrias “relevantes”, la industria metalúrgica es “impulso” para Boyacá y “arrastre” para Santander, para el resto es “clave”, y la industria de minerales no metálicos es “clave” para todos. Y se observan muy buenos indicadores en estas actividades, se recomienda que Boyacá debe enfocarse en fortalecer la actividad de minerales no metálicos, incentivar la actividad del hierro y el acero y generar una industria de metales preciosos y no ferrosos, coadyuvado a que según los datos obtenidos en el censo departamental 2010-2011, Boyacá posee el 89% de las Unidades de Producción Minera (UPM) del país.

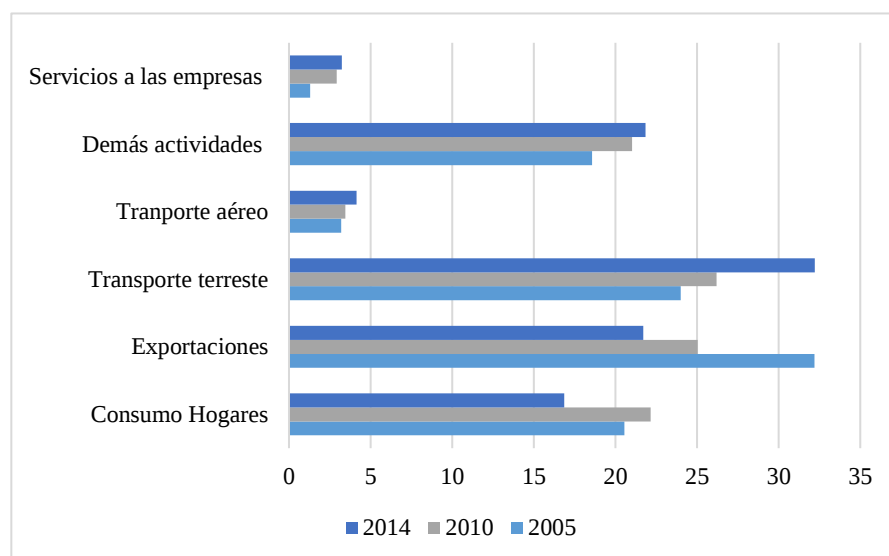
El **bloque industrial de tecnología media-alta alta**, se caracteriza porque por ejemplo para la actividad de 33.-otra maquinaria y suministro eléctrico la EAM publica información para 11 grupos industriales y para la actividad de 34.-equipo de transporte pública información para 6 grupos industriales, por ende se dispone de información más desagregada. Los resultados para Colombia son sobresalientes, las ramas de 28.-sustancias y productos químicos y de 34.-equipo de transporte se clasifican como “claves”, aunque su crecimiento no es dinámico, por ejemplo en sustancias químicas los dos grupos industriales registrados presentan tasas por debajo de la TMCA nacional (241.-sustancias químicas básicas (2.70%) y 242.-otros productos químicos (2.77%)) y en la industria de equipo de transporte las TMCA son contrarios, por un lado se tiene un crecimiento favorable en grupos como 359.-otros equipos de transporte (18.03%), 342.-carrocerías para vehículos automotores; remolques y semirremolques (9.56%), 341.-vehículos (7.75%), 343.-autopartes para vehículos automotores (4.62%) y por otro se presenta el crecimiento negativo en actividades como

351.-buques de otras embarcaciones (-8.92%) y 352.-locomotoras y material rodante para ferrocarriles y tranvías (-7.26%), resultados que comprueba lo mencionado por Silva (2011) acerca de la concentración del transporte en medios movidos por gasolina. Es importante que el país se centre en fortalecer la industria química por ser arrastre e impulso para otras actividades del entramado productivo y que los esfuerzos en conexión vial de los últimos años (tratado en párrafos siguientes) se vea reflejado también en el impulso para la industria del equipo de transporte.

Actividades como 32.-maquinaria y equipo y 33.-otra maquinaria y suministro eléctrico se clasifican como “arrastre”, maquinaria y equipo tienen un comportamiento sobresaliente: 291.-maquinaria de uso general (4.59%), 292.-maquinaria de uso especial (7.90%) y 293.-aparatos de uso doméstico (4.12%); en cambio el comportamiento de la otra maquinaria y suministro doméstico tiene un comportamiento inestable por un lado se observan crecimientos muy positivos en el grupo: 312.-distribución y energía eléctrica (11.72%) y 311.-motores, generadores y transformadores eléctricos (5.20%), y por otro lado se registran grupos que han desaparecido (TMCA=-100%) como es el caso de la fabricación de productos de radio y televisión (322 y 323).

Y por último los 27.-productos de refinación del petróleo y combustible nuclear que aunque su crecimiento ha sido del 9.42% en el periodo estudiado, se clasifica como “impulso” y no “clave”, debido principalmente a que importa insumos correspondientes al 20% de su producción y no tiene relaciones fuertes con otras ramas de andamiaje productivo (su demanda por insumos se centra en la rama de petróleo crudo). En cambio, aunque exportó en el 2014 el 22% del total de su producción, guarda estrecha relación con el transporte por vía terrestre y aéreo, y hay una relación creciente con la rama de servicios a las empresas, por ello se considera como rama de “impulso”. Adicionalmente, es prudente señalar que en el estudio realizado por Ortiz y Salazar (2015) donde hacen una comparación de la estructura económica de Brasil con la colombiana, concluyen que Brasil tiene un mayor multiplicador total en esta rama debido a que hay una mayor cantidad de subproductos que generan valor agregado a la actividad, y es a eso a lo que le tiene que apostar Colombia.

Gráfica 4. Participación % de las ventas intermedias y finales realizadas por la rama de refinación de petróleo y combustible nuclear para Colombia en el 2005, 2010 y 2014



Fuente: Elaboración propia con base en la MIP de 2005 y 2010 publicadas por el DANE, y la MIP ajustada a datos del 2014.

A pesar de que a nivel nacional el bloque industrial de tecnología media-alta alta se constituye como uno de los más fuertes, en la región el panorama cambia bastante, se observa que la producción de maquinaria y equipo es la que sobresale, puesto que se clasifica como “clave” en Boyacá, y en “arrastre” para los demás departamentos; refinación de petróleo sólo es “impulso” para Santander y se clasifica como tradicional; la industria química, y equipo de transporte es “arrastre” para Boyacá y Santander. Por tanto, los departamentos que sobresalen en este bloque son Boyacá y Santander.

El inconveniente de este bloque es que la producción nacional se vuelve nula en maquinaria y equipo y otras maquinarias, y equipo de transporte cuando se observa la participación que tienen importaciones en la cantidad de insumos que circulan en la economía (ver tabla 12), de igual forma, la producción regional es nula para la mayoría de las actividades; excepto para la refinación de petróleo e industria química en Santander, y equipo de transporte e industria química para Boyacá.

Es por ello que Silva (2011) propone que las actividades concernientes a toda la maquinaria y equipo (ramas 32, 33 y 34) sean inducidas por medio de una política de sustitución de importaciones.

Tabla 12. Importaciones de las actividades que conforman el sector de tecnología media-alta alta como proporción porcentual de la producción que en cada una las actividades y en cada uno de los territorios se realiza

	27.-Refinación Petróleo	28.-Industria Química	32.- Maquinaria y equipo	33.-Otra maquinaria	34.-Equipo de transporte
Boyacá	Totalidad*	13.41	163.18	Totalidad	10.63
Cundinamarca	Totalidad	44.06	300	862	228
Norte de Santander	Totalidad	Totalidad	623.29	Totalidad	Totalidad
Santander	0	48.3	169.6	Totalidad	-651.4
COLOMBIA	21	54	214	301	234

*Totalidad simboliza que todos los insumos de la actividad correspondiente son importados.

Para el departamento del Meta se importan todos los insumos requeridos por las actividades que conforman el bloque.

Fuente: Elaboración propia con base en la información publicada por la DIAN en SIEX y producción nacional y regional.

El **bloque de electricidad, gas y agua**, si bien para Colombia la producción de 40.-agua es “no relevante”, para Boyacá y los Santanderes es “arrastre” y para Cundinamarca es “clave”; mientras que para Colombia y Norte de Santander la provisión de 38.-energía es “impulso”, para el resto de los departamentos es “clave” y 39.-gas domiciliario se ratifica a nivel nacional y regional de “arrastre”. Silva (2011) declara que el desarrollo en la producción y prestación de estos servicios domiciliarios son esenciales para una sociedad moderna, esta afirmación se puede corroborar si se analiza la matriz inversa de Leontief de cada uno de los departamentos en por ejemplo la rama de energía eléctrica, al hacerlo se obtiene que en Cundinamarca es donde se generan más y mayores multiplicadores, seguido de Boyacá; en general la energía tiene fuertes relaciones de “impulso” con numerosas actividades en especial con ella misma, minerales metálicos y no metálicos y sus productos, generación de agua y servicios complementarios al transporte.

En el **bloque de transporte y comunicaciones**, mientras que el 46.-transporte terrestre es “impulso” a nivel nacional, se constituye como “clave” para todos los departamentos de la

región, corroborando lo especificado por Riaño y Sánchez (2013): la región constituye un corredor vial importante en el transporte de mercancías hacia el interior del país. Los servicios complementarios y auxiliares al transporte (49.-) y correos y telecomunicaciones (50.-) “no son relevantes” para el país, sin embargo en la región, los servicios complementarios al transporte son “claves” para Cundinamarca y el correo y las telecomunicaciones para Norte de Santander, y es “arrastre” para los demás departamentos. El transporte por vía aérea se ratifica como “no relevante” y por vía acuática es de “arrastre.” Por lo anterior, se deduce que la región debe focalizarse en continuar fortaleciendo el crecimiento del transporte por vía terrestre, en los servicios de correos y telecomunicaciones, y de generar mayor dinámica en los servicios complementarios y auxiliares al transporte; si bien lo anterior es lo recomendado a corto plazo, tal como lo dice Silva (2011), el generar diversidad de este bloque aumentaría los eslabonamientos intersectoriales en la economía nacional y regional, por tanto incentivar el resurgimiento del transporte por vía acuática o férrea sería la vía utópica para solucionar el atraso infraestructural del país, que ha generado disminución de la productividad y de las tasas de crecimiento en el largo plazo.

Sin embargo, la propuesta anterior no puede llevarse a cabo sin que el **bloque de la construcción**, que al no recibir tanta influencia del sector externo, depende fundamentalmente de los incentivos que se generen para este dentro en las fronteras nacionales (inversión pública, privada y acceso al crédito), permitiendo que los efectos multiplicadores sobre la demanda y la generación de empleo aumenten (Lifschitz y Allende, 1985). A pesar de que el bloque es importante por los efectos sociales (vivienda) y económicos (equipamiento e infraestructura) que genera, tanto la construcción de edificaciones (41.-) y de obras civiles (42.-) se clasifica como “no relevante” para la economía colombiana en el año 2010, sin embargo para el 2014 la construcción de obras civiles se transforma en “arrastre” gracias a los proyectos de infraestructura que se han planteado y se están llevando a cabo por el gobierno nacional por el sistema de concesiones. En la región, las dos actividades se postulan como “claves” por sus relaciones intersectoriales: en su multiplicador de “arrastre” la rama de construcción de edificaciones se relaciona con las industrias de minerales metálicos y no metálicos y en su multiplicador de “impulso” la rama se relaciona con la administración pública (gobierno) y la producción de agua; por su parte, la construcción de obras civiles genera encadenamientos hacia atrás

igualmente en administración pública y agua, y de encadenamiento hacia adelante en actividades como energía eléctrica y gas domiciliario.

Los servicios que pertenecen al **bloque financiero, inmobiliario y empresarial** (51.-, 52.- y 53.-), se consolidan como ramas de “impulso” con TMCA favorables (6.55%, 3.20% y 4.85% respectivamente) a nivel nacional, y al igual que en los demás bloques, el comportamiento regional es diferente. Silva (2011) aclara que el crecimiento favorable del sistema financiero no se refleja en la generación de redes institucionales, sino en las grandes ganancias de monopolio generadas en la rama que hace que aumente el valor agregado en su componente de excedentes bruto de explotación, la afirmación se comprueba con los datos registrados en la MIP_{nacional} de 2010 donde este rubro represento el 60% del total del valor agregado y el 39.5% del producto total.⁶¹ Sin embargo, la rama de servicios a las empresas (53.-), tal como se evidencia en la gráfica dos, genera el mayor y los más fuertes encadenamientos entre sectores,⁶² en su mayoría dirigidos a las ramas industriales. Silva (2011) presenta un argumento coherente para darle explicación al comportamiento de esta rama: él plantea que las empresas están desintegrando sus procesos productivos, es decir, que actividades como mantenimiento, ventas, contabilidad, entre otras, ya no las realizan las empresas propiamente, sino que las hacen por medio de contratación a empresas especializadas en cada campo, entonces ya esa clase de actividades no se contabiliza como generación de valor agregado sino como consumo intermedio, restándole peso a las actividades (en su mayoría) industriales y trasladándolo a ramas como la de servicios a las empresas.

Por los argumentos presentados y por los resultados de los indicadores calculados para la región, es pertinente el fortalecimiento de la rama de “impulso” de los servicios a las empresas, sin embargo, dicho desarrollo está ligado al desarrollo de los bloques industriales detallados con anterioridad.

El **bloque de comercio, reparación y turismo**, se caracteriza porque ninguna de las ramas que lo conforman ni a nivel nacional ni regional es “no relevante”, de hecho, de acuerdo con

⁶¹ En la MIP_{nacional} de 2005, los excedentes brutos de explotación representaron el 58% del valor agregado total y el 35% del total de producción.

⁶² Recordar que el grafo fue construido con el fin de representar los encadenamientos más fuertes en la economía colombiana.

Duarte *et al.*(2011), este bloque se caracteriza por su gran capacidad para tirar la economía, para impulsarla. La rama de comercio (43.-) se constituye como de “impulso” o “clave”, los servicios de reparación de automotores, de artículos personales y domésticos (44.-) son “arrastre” o ya se clasifican como “claves”, sin embargo señalar que esta rama pasa a ser “no relevante” para Colombia en el 2014; y por último, la rama turística (45.-servicios de alojamiento, suministro de comidas y bebidas), se establece como “arrastre”. Las TMCA de estas actividades son favorables para Colombia, sin embargo para la región los indicadores no son tan favorables, por ello, y aprovechando la coyuntura actual del país, este bloque puede ser un foco de crecimiento y generación de encadenamientos regionales.

Y por último, para el **bloque de los servicios sociales** se encuentra que de las ocho ramas, seis son las que sobresalen en los encadenamientos productivos, estos son losservicios sociales y de salud de mercado (57.-) y servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y demás de no mercado (60.-) y se corresponden con las tasas de crecimiento. Sin embargo en la región se encuentra un perfil productivo más fuerte en este bloque ya que a la rama 57 y 60, se le suman las ramas 54.-administración pública 58.-servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento y 59.-servicios de asociación y esparcimiento, culturales, deportivo y demás de mercado. Al observar los demás indicadores se observa un perfil muy dado a este sector de parte de los departamentos de Boyacá y Norte de Santander.

A pesar de indicadores sobresalientes obtenidos para los servicios sociales, Silva (2011, p.104) afirma acerca de este sector que “la excesiva burocracia y baja productividad está llevando a un incremento exagerado de la remuneración global al trabajo, lo que también aumenta el valor agregado, sin que la sociedad se beneficie mucho de ello”; además, Ortiz y Salazar (2015, p.8) propone que el gasto en servicios se mantenga estable, debido a que a este bloque pertenecen actividades económicas de baja productividad y alta informalidad laboral, por ende, hacer “...una propuesta de desarrollo basada en la tercerización podría llevar al país por una senda de desarrollo con un bajo potencial de generación de ingresos ni de dinamización de la actividad económica...”.

CONCLUSIONES

Los Modelos Insumo-Producto (MIP) presentan en forma matricial la oferta y demanda de bienes y servicios realizados para cada una de las ramas que conforman el entramado productivo de una economía; se destaca a comparación de otras técnicas del análisis regional, porque con éste es posible realizar análisis del comercio de flujos monetarios, y así identificar las interrelaciones económicas (dependencia) entre sectores, por ende ramas que puedan ser motores de crecimiento para el desarrollo del territorio analizado. Por su capacidad de describir de forma sintética la economía de un país, es también utilizada para realizar simulaciones y evaluación de impactos, y pronósticos.

Si se entiende al crecimiento como: "... la creciente disponibilidad de bienes y servicios producidos dentro de un ámbito geográfico para satisfacer las necesidades materiales, sociales y espirituales de los seres humanos de manera directa o indirecta..." (Silva, 2011, p. 88), entonces el crecimiento en el ámbito de los MIP dependerá de la capacidad de generar encadenamientos hacia adelante y hacia atrás que existan en el andamiaje productivo para provocar el desarrollo del mayor número posible de actividades. La apuesta de Hirschman es que entre más articulada este la economía, menor será el riesgo de caer en un estancamiento estructural.

De lograr identificar aquellos sectores que mayores encadenamientos generan o los que son potenciales para generarlos, radica la importancia de contar con MIP nacionales actualizadas y MIP ajustadas a un contexto más reducido que el nacional; para lograr tal propósito lo más recomendable es la obtención de la información por recolección primaria, sin embargo, ello no siempre es una opción por los altos costos monetarios y de tiempo, y por tanto se recurre a la estimación de los datos por medio de métodos indirectos.

Se han plasmado múltiples métodos indirectos, de los cuales es utilizado el RAS como metodología para generar una MIP nacional ajustada a los datos de 2014 y una MIP regionalizada para cada uno de los departamentos de la Región Oriental de Colombia.

La técnica RAS consiste en un ajuste biproporcional iterativo en la matriz de coeficientes técnicos o de la matriz de transacciones intersectoriales de un año base a un año posterior para la actualización, y del ajuste de la matriz a nivel nacional a un espacio objetivo más

reducido para la regionalización; a través de dos efectos: el efecto sustitución o reemplazo y del efecto fabricación o absorción. La técnica se caracteriza principalmente por ser sencilla de aplicar, por ser versátil puesto que se puede insertar en el proceso información conocida previamente y por ser confiable debido a que conserva las propiedades de la matriz base.

De los resultados obtenidos se puede destacar que:

- Colombia para el 2014 aumento su capacidad de arrastre e impulso medio, lo que supone una mayor integración sectorial.
- Aunque las actividades de la industria de tecnología media-alta alta presentan efectos multiplicadores fuertes, en este sector son relevantes para la nación, para Boyacá y Santander, sólo la industria química y la refinación de petróleo, y no es que actividades como maquinaria y equipo de transporte no tenga capacidad de generar encadenamientos, sino que para estas actividades las importaciones exceden hasta dos o tres veces la producción nacional y regional, por tanto, hasta que como lo propone Silva (2011), no se dé una política de sustitución por importaciones para incentivar estas actividades productivas, la estructura económica no se verá beneficiada en su totalidad por los encadenamientos que generan dichas actividades.
- Aunque el sector agropecuario sea la actividad que más peso relativo ha perdido respecto a las demás actividades desde la década de los ochenta, los cultivos agrícolas y la producción de animales se posicionan como actividades generadoras de impulso para la estructura productiva. A nivel regional se observan resultados positivos en el conglomerado de actividades que conforman el sector, actividades que se consolidan como “arrastres” o “impulsos” y que se constituyen como base económica regional con tasas de crecimiento que superan las nacionales.
- La agroindustria se consolida como un sector de “arrastre” en Colombia y se destaca el importante crecimiento de ramas como la de carnes y pescados, y el cacao, el chocolate y sus productos. A nivel regional solo dos actividades se destacan: los productos lácteos y los productos de molinería y almidones; sin embargo un enfoque especial en las actividades agropecuarias podría llegar a representar el fortalecimiento agroindustrial existente, como el nacimiento de otras actividad dentro del sector.

- El cambio estructural positivo que ha tenido el sector minero a partir de la década de los ochenta generados por cambios de política, descubrimientos de reservas petroleras y de gas, y desarrollo de grandes proyectos; han incentivado a que el país y departamentos como el Meta y Boyacá se especialicen en la explotación petrolera, que se postula como generadora de riqueza y que al contrario de lo que afirma Haddad *et al.* (2016) se ratifica como una actividad de “impulso” o “clave”, generando encadenamientos con actividades importantes para la economía como lo es el transporte terrestre, la construcción de obras civiles, los minerales metálicos y no metálicos y sus productos, y la industria química.
- Las actividades que conforman la industria de tecnología baja, caracterizadas por ser generadoras de “arrastre”, presentan una excelente dinámica a nivel nacional, destacan la rama de cueros y sus productos, así como la rama de edición e impresión. Sin embargo, es importante que el país enfoque esfuerzos para generar un crecimiento positivo en ramas claves de la economía como lo es la industria textil y del papel y cartón. En este sector Cundinamarca destaca, mientras que Boyacá, Meta y Norte de Santander presentan participación nula.
- De las actividades que integran la industria de tecnología media-baja, a nivel nacional la industria metalúrgica y de minerales no metálicos sobresale tanto en el país como en la región, se destaca el hecho de que el departamento de Boyacá posee el 89.9% de las unidades de producción minera del país.
- El desarrollo de la producción y prestación de servicios de electricidad, gas y agua es relevante a nivel nacional y regional, esto es congruente con el desarrollo de una sociedad moderna según Silva (2011).
- Si bien el transporte por vía terrestre y los servicios complementarios y auxiliares al transporte son apuestas seguras para generar encadenamientos en la economía, Silva (2011) afirma que incentivar la generación y crecimiento de otras formas de transporte como la acuática y la férrea, constituiría las bases para solucionar el atraso en infraestructura que presenta el país.
- Aunque la construcción de edificaciones y obras civiles es “no relevante” a nivel país, el sector se postula como un motor de crecimiento de la economía regional, generando relaciones intersectoriales con actividades como las industrias de minerales metálicos y no metálicos o con servicios que presta la administración pública.

- Por la baja formación de enlaces pero si alta proporción de los excedentes brutos de explotación respecto al valor agregado y la producción, en vez de generar el fortalecimiento de los servicios financieros, se deduce que la rama que se debe desarrollar en el bloque financiero, inmobiliario y empresaria son los servicios a las empresas, puestos que estos generan fuertes encadenamientos entre ramas.
- A pesar de que el bloque de los servicios sociales sobresale en la región, este sector no se debe incentivar debido a que a él pertenecen actividades económicas de baja productividad y alta informalidad, hacer esto podría llevar a la región a un estancamiento estructural (Silva, 2011 y Ortiz & Salazar, 2015).

A pesar de la riqueza de los resultados observados, la investigación esta permeados por tres aspectos: primero, las limitaciones en la calidad y cantidad de los datos, lo que sugiere tomar los resultados con precaución, sin demeritar el esfuerzo de consecución de los datos y tratamiento de estos, y obviamente el intento de aportar al análisis académico y a la planificación sectorial de las regiones en Colombia. El segundo aspecto, es que además de las limitaciones en cantidad y calidad de los datos utilizados en el proceso, los MIP de por sí están sujetos a supuestos restrictivos entre ellos los más importantes son la homogeneidad sectorial y la invarianza en los precios relativos, de igual forma la técnica RAS tiene limitaciones como por ejemplo el hecho de que los datos resultantes por rama no serán iguales si se comparan con los datos obtenidos de modo directo, lo que obliga a realizar el análisis para el conjunto de la economía con el fin de disminuir los errores en la interpretación. Sin embargo, la investigación se concibe como un diagnóstico y una guía, cualquier implementación debe estar acompañado de otros estudios interdisciplinarios.

El tercer aspecto es la coyuntura económica global actual, como por ejemplo la disminución de los precios del petróleo y la depreciación de la moneda nacional, la desaceleración de la economía China y la tímida recuperación de Estados Unidos y la Unión Europea que afectan el comercio nacional; y la coyuntura regional concerniente a la desaceleración económica de Venezuela y Brasil, también de Ecuador y Argentina, estratégicos socios comerciales, sumado a las crisis fronterizas con Venezuela y Ecuador que afectan la economía regional (ANDI, 2015). Adicionalmente, las positivas expectativas que se tienen en el plano nacional e internacional por la firma y pronta implementación de los acuerdos que ponen fin al conflicto

armado con las Fuerzas Armadas y Revolucionarias de Colombia (FARC), que abren la posibilidad a mayores inversiones y reestructuraciones productivas especialmente en el campo. Coyunturas que modifican la forma en cómo se configura la estructura nacional y regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, Lilian., Canto, Rodolfo. & Becerril, Javier. (2012). La estructura de las interrelaciones productivas de la economía del estado de Yucatán. Un enfoque de insumo-producto. *Región y Sociedad*, (54). Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v24n54/v24n54a5.pdf>
- ANDI-Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2016). *Colombia: Balance 2015 y perspectivas 2016*. Recuperado de <http://www.andi.com.co/Documents/Balance2015/ANDI%20-%20Balance%202015%20y%20Perspectivas%202016.compressed.pdf>
- Asuad, Normand. (2001). *Economía regional y urbana*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Banguero, Duque, Garizado & Rojas. (2009). 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*. Recuperado de http://www.uclm.es/actividades0809/jornadas/io/topico%206/7_Banguero_Duque_Garizado_Rojas.DOC
- Bejarano, Jesús. (1998). *Economía de la agricultura*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Benita, F. & Gaytán, É. (2011). Concentración de las industrias manufactureras en México: El caso de Zacatecas. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. Recuperado de <http://www.colef.mx/fronteranorte/articulos/FN45/3-f45.pdf>
- Bonet, Jaime. (2000). La Matriz Insumo-Producto del Caribe Colombiano. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, (15). Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER15-matrizIO.pdf>
- Clavijo, Fernando & Voltvinik, Jana. (2000). La reforma financiera, el crédito y el ahorro. En Clavijo, Fernando (comp.). *Reformas económicas en México 1982-1999* (pp. 257-311). México D.F.: CEPAL.
- Dávila, Alejandro. (2002). Matriz de insumo-producto de la economía de Coahuila e identificación de sus flujos intersectoriales más importantes. *Economía mexicana. Nueva época*. Recuperado de http://www.economiamexicana.cide.edu/num_anteriores/XI-1/04_ALEJANDRO_DAVILA.pdf
- De Souza, Boaventura. (2005). Los procesos de globalización. En Souza, Boaventura. *El milenio huérfano*. (pp. 235-310). Madrid: Trotta.
- Dietzenbacher, Erik. (1997). In Vindication of the Ghosh Model: A reinterpretation as a price model. *Journal of Regional Science*, 37 (4), pp. 629-651.
- Duarte, Rosa., Sánchez, Julio., Sierra, Javier. & Cazcarro, Ignacio. (2011). ¿Cuánto hemos cambiado? Cambio estructural y cambio tecnológico en la economía aragonesa.

- Fundación Economía Aragonesa*, 57. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4008031>
- European Commission. (2014). Part of the Memobust Handbook on Methodology of Modern Business Statistics. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/Macro-Integration-03-M-RAS%20v1.0.pdf_en
- Flegg, Tonny. & Tohmo, Timo. (2013). Regional Input-Output Tables and the FLQ formula: A case study of Finland. *Regional Studies*, 47 (5), pp.703-721. Recuperado de <http://carecon.org.uk/DPs/1005.pdf>
- Fuentes, Noé. & Brugés, Alejandro. (2001). Modelos de insumo-producto regionales y procedimientos de regionalización. *Revista Comercio Exterior*. Recuperado de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/38/2/RCE.pdf>
- Fuentes, Noé. (2005). Construcción de una matriz regional de insumo producto. *Revista Latinoamericana de economía*, 36 (140), pp. 89-112. Recuperado de <http://www.ejournal.unam.mx/pde/pde140/PDE14005.pdf>
- Gaitán, Johanna. (2013). Incidencia de las economías de aglomeración en los sectores reales localizados en el área urbana de Bogotá. *Ensayos sobre política económica*, 31 (70), pp. 157-214. doi: 10.1016/S0120-4483(13)70032-0
- Gaytán, Edgar. (2013). 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
- Gilat, Amos. (2005). *Matlab. Una Introducción con ejemplos prácticos*. [Versión Adobe Digital Editions]. Recuperado de http://www.upibi.net/pdf/tutoriales/MATLAB_Una_introduccion_con_ejemplos_practicos.pdf
- Guillén, Héctor. (1994). El neoliberalismo en América Latina. *Investigación económica*. (209).
- Gutiérrez, Luis. (2006). Teorías del crecimiento regional y del desarrollo divergente. Propuesta de un marco de referencia. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 15 (30), 185-227. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/859/85903008.pdf>
- Haddad, Eduardo., Bonet, Jaime., Hewings, Geoffrey. & Perobelli, Fernando. (2008). Efectos regionales de una mayor liberación comercial en Colombia: Una estimación con el modelo CEER. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, (104). Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-104.pdf>
- Haddad, Eduardo., Faria, Weslem., Galvis-Aponte, Luis. & Hahn-De-Castro, Lucas. (2016). Interregional Input-Output Matrix for Colombia, 2012. *Borradores de*

- economía*, (923). Recuperado de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_923.pdf⁶³
- Hahn-De-Castro, Lucas. (2016). Encadenamientos regionales en Colombia 2004-2012. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, (234). Recuperado de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_234.pdf
- Hernández, Gustavo. (2012). Matrices insumo-producto y análisis de multiplicadores: Una aplicación para Colombia. *Revista de economía institucional*. Recuperado de <http://www.economiainstitutional.com/pdf/no26/ghernandez.pdf>
- Hirschman, Albert. (1958). *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press.
- Isard, Walter. (1973). Métodos de análisis regional. Una introducción a la ciencia regional. (trad.). Barcelona: Ariel.
- Lahr, Michael. & Mesnard, Louis. (2004). Biproportional Techniques in Input-Output Analysis: Table Updating and Structural Analysis. *Economic Systems Research*. 16 (2), pp. 115-134.
- Lara, Juan., Barreto, Patricia. & Gutiérrez, Oscar. (2013). Origen y establecimiento de un polo de crecimiento en Colombia, relato de la industria siderúrgica integrada. *Revista escuela de administración de negocios (EAN)*, (75) pp. 122-139. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n75/n75a09>
- Leontief, Wassily. (1985). *Análisis económico input-output*. (trad.). Barcelona: Ediciones Orbis.
- Lifschitz, Edgardo. & Allende, Anibal. (1985). *Eslabonamientos productivos y mercados oligopólicos*. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Lora, Eduardo. (2008). Técnicas de medición económica. Metodología y aplicaciones en Colombia. Bogotá D.C.: Alfaomega.
- Lösch, August. (1954). Location. En Lösch, August (autor). *The economics of location* (pp. 1-12). New Haven and London: Yale University Press. Recuperado de <http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/economicsoflocat00ls.pdf>
- Memedovic, Olga. (2010). Structural Change in the World Economy: Main Features and Trends. UNIDO. Recuperado de https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Structural_change_in_the_world_economy.pdf
- Miller, Ronald., & Blair, Peter. (2009). *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. New York: Cambridge University Press.

⁶³ Se encuentra también en español.

- Mariña, Abelardo. (1993). *Insumo-Producto: Aplicaciones básicas al análisis económico estructural*. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Márquez, Marco. (2011). Efectos de derrame y de retroalimentación industrial en América del Norte: un enfoque nacional e internacional. *Ensayos Revista de Economía*, XXXI (1), pp.1-37. Recuperado de <http://www.economia.uanl.mx/revistaensayos/xxxi/1/Efectos-de-derrame-y-de-retroalimentacion-industrial.pdf>
- Moncayo, Edgard. (2001). Evolución de los paradigmas y modelos interpretativos del desarrollo territorial. *Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES*. (13). Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7262/S018637_es.pdf?sequence=1
- Moreno, Luis. & Anguiano, Emmanuel. (2006). Regionalización de la Matriz Insumo-Producto del Distrito Federal mediante coeficientes de localización. *Tiempo económico*. Recuperado de <http://biblat.unam.mx/es/revista/tiempo-economico/articulo/regionalizacion-de-la-matriz-insumo-producto-del-distrito-federal-mediante-coeficientes-de-localizacion>
- Naciones Unidas. (2000). 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, serie F* (74), p. 256
- Ocampo, José. (2008). Hirschman, la industrialización y la teoría del desarrollo. *Desarrollo y Sociedad*, (62), pp. 41-61. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/dys/n62/n62a3>
- Ohmae, Kenichi. (1995). La aparición de los Estado-Región. En Ohmae, Kenichi. *El fin del estado-nación. El ascenso de las economías regionales*. (pp. 109-137). Santiago de Chile: Andrés Bello.
- Ortiz, Carlos. & Salazar, Juan. (2015). Brasil como horizonte: una propuesta de transformación productiva para Colombia. *Cuadernos de Administración*, 31 (43), pp. 23-37. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225040779003>
- Palan, Nicole. (2010). Measurement of specialization - The Choice of Indices. *FIW - Working Paper*, (62). Recuperado de http://www.fiw.ac.at/fileadmin/Documents/Publikationen/Working_Paper/N_062-Palan.pdf
- Parra, Juan & Arriagada, Osvaldo. (2012). Aplicación de método RAS y entropía cruzada para actualización de Matrices Insumo-Producto. *European Scientific Journal*, 8 (20). Recuperado de <http://ejournal.org/index.php/esj/article/download/321/350>
- Parikh, Ashok. (1979). Forecasts of Input-Output matrices using the R.A.S method. *Review of Economics & Statistics*, 61(3), pp.477-481.

- Phelan, Luis. (2012). Identifique los valores CIF y FOB en transacciones comerciales. En *diariocomex*. Recuperado de <http://www.diariocomex.cl/16743/identifique-valores-cif-fob-transacciones-comerciales>
- Polèse, Mario. (1998). *Economía Urbana y Regional*. Introducción a la relación entre territorio y desarrollo. T. (trad.). Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Riaño, Juanita. & Sánchez, Yolima. (2013). Un análisis de las ramas de actividad de agricultura y transporte aplicando la metodología *shift-share* y el coeficiente de localización para el departamento de Boyacá-Colombia (2002-2012). *Revista Huellas de Vida de la Universidad La Gran Colombia*.
- Richardson, Harry. (1978). *Economía regional y urbana*. Madrid: Alianza.
- Robles, Luis. & San Juan, Jesús. (2005). Análisis comparativo de las tablas insumo-producto en el tiempo. *Estadística española*, 47(158), pp. 143-178. Recuperado de <http://www.ine.es>
- Schuschny, Andrés. (2005). Tópicos Sobre el Modelo de Insumo-Producto: Teoría y Aplicaciones. *División de Estadística y Proyecciones de la Comisión Económica para América Latina*. Recuperado de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/topicos-sobre-el-modelo-de-insumo-producto-teoria-y-aplicaciones>
- Silva, Julio. (2011). Colombia: Crecimiento económico y desarrollo humano: Algunas características del proceso en el lapso 1959-2010. Recuperado de http://www.fuac.edu.co/recursos_web/observatorio/publicaciones/2014/Globalizacion.pdf
- Soto, Vicente. (2000). El insumo-producto, diseño y uso en los análisis de economía regional: el caso de Nuevo León. *Estudios económicos*, 15 (002), pp.281-309. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59715205>
- Soza, Sergio. (2007). *Análisis estructural Input-Output: Antiguos problemas y nuevas soluciones*. (tesis de doctorado). Universidad de Oviedo. Oviedo. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=1346>
- Stimson, Robert., Stough, Roger. & Roberts, Brian. (2006). Perspectives on regional economic development. En Stimson, Robert., Stough, Roger. & Roberts, Brian. (comps.). *Regional economic development. Analysis and planning strategy* (pp.1-51). Berlín: Springer.
- Taracón, Miguel. (2003). *Técnicas de análisis económico input-output*. Recuperado de <http://www.editorial-club-universitario.es/pdf/402.pdf>
- Tenjo, Jaime., Gracia, Orlando. & Karl, Claudio. (2006). Guía para la construcción de matrices insumo-producto y de contabilidad social en Colombia. *Economía. Serie de documentos. Borradores de investigación*. (55). Recuperado de: <http://www.urosario.edu.co/economia/documentos/pdf/bi55.pdf>

- Trinh, Bui. & Viet, Nguyen. (2013). A short note in RAS method. *Advances in Management & Applied Economics*, 3(4), pp. 133-137. Recuperado de http://www.sciencypress.com/Upload/AMAE/Vol%203_4_12.pdf
- Vélez, Juan. (2008). Los procesos de aglomeración en Colombia a la luz de la Nueva Geografía Económica. *Ensayos sobre política económica*, 27 (58), pp. 106-139. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/resu_058-3.pdf
- Weber, Alfred. (1929). Locational factor and locational dynamics. En Weber, Alfred (autor). *Theory of location of industries* (pp. 17-36). Illinois: The University of Chicago Press. Recuperado de <http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/Libro%20de%20Weber.pdf>

REFERENCIAS ESTADÍSTICAS DE ORGANISMOS OFICIALES

- DANE y Banrep - Departamento Nacional de Estadística & Banco de la República de Colombia. (2013). Informes de Coyuntura Económica Regional (ICER) para los departamento de Boyacá, Cundinamarca, Santander, Norte de Santander y Meta. Recuperados de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-regionales/informe-de-coyuntura-economica-regional-icer>
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2013). *Metodología Cuentas Departamentales Base 2005*. (DSO-CD-MET-01). Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Met_CuentasDtales_12_13.pdf
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2012). Metodología de la matriz insumo producto. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia_matriz_insumo_producto.pdf
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2011). *Metodología de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM)*. (TE-EAM-TEM-01). Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/metodologia_EAM.pdf
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2011). *Metodología cuentas departamentales, base 2005*. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/CuentasDepartamentales.pdf> http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/sateli_cultura/glosario.pdf
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2007). *Glosario de términos – CSC*. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/sateli_cultura/glosario.pdf

- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2006). *Anexos metodológicos a la Encuesta Anual Manufacturera*. Recuperado de:
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/mmm/anexo_metodologico2006.pdf
- DNP – Departamento Nacional de Planeación. (2015). Plan Nacional de desarrollo 2002-2006, 2006-2010. 2010-2014, 2014-2018. Recuperado de
<https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/Paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>
- DNP – Departamento Nacional de Planeación. (s.f.). *Sistema General de Regalías. Presentación General*. Recuperado de
http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/eventos/archivos/sem_135.pdf
- MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). *Oferta agropecuaria, cifras 2010*. Recuperado en
http://207.239.251.112/www/htm3b/public/ena/ENA_2010.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). *Sector hidrocarburos*. Recuperado de
<https://www.minminas.gov.co/documents/10180/23400/03-HIDROCARBUROS2010-2011.pdf/9d122c7e-5cfc-4368-97c0-5fbebce02f34>
- UPME- Unidad de Planeación Minero Energético. (2013). *Boletín estadístico de minas y energía, 2008-2012*. Recuperado de
<http://www.upme.gov.co/Docs/Publicaciones/2014/Boletin%20estadistico%202008-2012.pdf>
- UPME- Unidad de Planeación Minero Energético. (2014). *Boletín estadístico de minas y energía, 2000-2013*. Recuperado de
<http://www.upme.gov.co/Boletines/Boletin%20Estadistico%202000-2013.pdf>
- UPME- Unidad de Planeación Minero Energético. (2015). *Boletín estadístico de minas y energía, 2010-2015*. Recuperado de
http://www.upme.gov.co/Boletines/Boletin_Estadistico_2010_2015.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Programa realizado en MATLAB con el propósito de llevar a cabo la actualización de la MIP_{nacional} de 2010 a los datos de 2014

```
%sum_zn=Sumatoria de las transacciones interindustriales NACIONAL2010
%sum_zr=Sumatoria de las transacciones interindustriales NACIONAL2014
%xn=Producto total nacional2010 (Vector columna)
%xr=Producto total nacional2014 (Vector Columna)
%zn=Matriz de transacciones interindustriales nacional2010

%ITERACION POR FILA
%zr=(ProductoTotalRegional/ProductoTotalNacional)*MTransaccionesNacional
zr=(diag(xr./xn))*zn;

%Compruebo sumas de filas y columnas
e_f=[sum((sum(zr(1:53,:))-xr').^2)];
e_c=[sum((sum(zr(:,1:60))-sum_zr).^2)];

while (e_f+e_c)>=0.005

    %ITERACION POR COLUMNA
    zr=zr*diag(sum_zr./sum(zr(:,1:60)));
    zr(isnan(zr))=0;

    %ITERACIÓN POR FILA
    zr=(diag(xr'./sum(zr(1:53,:))))*zr;
    zr(isnan(zr))=0;

    %Se calcula el error nuevamente
    e_f=[sum((sum(zr(1:53,:))-xr').^2)];
    e_c=[sum((sum(zr(:,1:60))-sum_zr).^2)];

end
zr;
```

Nota: El comando WHILE-END, es una "...sentencia condicional que permite tomar decisiones sobre si se ejecuta un grupo de comandos que cumplen una condición, o por el contrario omitirlos. Se evalúa una expresión condicional, si la expresión es verdadera, el grupo de comando se ejecutará. Si la expresión es falsa, MATLAB no ejecutará (saltará) el grupo de comandos en cuestión" (Gilat, 2005, p.180).

Fuente: Elaboración propia con base en el procedimiento RAS descrito en Miller y Blair (2009), utilizando el software MATLAB.

Anexo 2. Programa realizado en MATLAB con el propósito de llevar a cabo el ajuste de la MIP_{nacional} de 2010 a los datos de regionales de 2010

```
%sum_zn=Sumatoria de las transacciones interindustriales NACIONAL
%sum_zr=Sumatoria de las transacciones interindustriales REGIONAL
%xn=Producto total nacional (Vector columna)
%xr=Producto total regional (Vector Columna)
%zn=Matriz de transacciones interindustriales nacional

%ITERACION POR FILA
%zr=(ProductoTotalRegional/ProductoTotalNacional)*MTransaccionesNacional
zr=(diag(xr./xn))*zn;
%Compruebo sumas de filas y columnas
e_f=[sum((sum(zr(1:60,:))-xr').^2)];
e_c=[sum((sum(zr(:,1:64))-sum_zr).^2)];

while (e_f+e_c)>=0.005
    %ITERACION POR COLUMNA
    zr=zr*diag(sum_zr./sum(zr(:,1:64)));
    zr(isnan(zr))=0;

    %ITERACIÓN POR FILA
    zr=(diag(xr'./sum(zr(1:60,:))))*zr;
    zr(isnan(zr))=0;

    %Se calcula el error nuevamente
    e_f=[sum((sum(zr(1:60,:))-xr').^2)];
    e_c=[sum((sum(zr(:,1:64))-sum_zr).^2)];
end
zr;
```

Nota: El comando WHILE-END, es una "...sentencia condicional que permite tomar decisiones sobre si se ejecuta un grupo de comandos que cumplen una condición, o por el contrario omitirlos. Se evalúa una expresión condicional, si la expresión es verdadera, el grupo de comando se ejecutará. Si la expresión es falsa, MATLAB no ejecutará (saltará) el grupo de comandos en cuestión" (Gilat, 2005, p.180).

Fuente: Elaboración propia con base en el procedimiento RAS descrito en Miller y Blair (2009), utilizando el software MATLAB.

Anexo 3. Resumen de indicadores de Colombia, Región Oriental y los departamentos que la conforman

	TMCA %		ICE %		IHH %		MULTIPLICADORES MEDIOS	
	Todas Actividades	Industria	Todas Actividades	Industrial	Todas Actividades	Industria	Arrastre medio	Impulso medio
Boyacá	3.85	4.9	37.17	56.37	6.43	32.77	1.5611	1.5611
Cundinamarca	3.86	7.04	21.98	52.39	9.23	9.91	1.7087	1.7087
Meta	10.08	3.35	68.63	87.98	36.92	33.22		
Norte Santander	3.74	0.92	27.24	73.69	5.43	40.09	1.5421	1.5421
Santander	5.03	8.07	29.32	14.01	9.28	63.52	1.4667	1.4667
Región Oriental	5.26	6.95	17.81	14.81	7.96	15.28	1.7112	1.7112
Colombia	4.15	3.84	8.98	27.17	5.97	6.31	1.9537	1.9537

Nota: Como se explicó en párrafos anteriores, en cuentas departamentales se conglomeró a la industria en una sola rama, así que para analizar los resultados dentro de la industria se utilizan los datos de la EAM; es por esa razón que los datos se toman para el total de las actividades y para la industria.

Recordar que los datos para la industria se analizan para el periodo de 2000 a 2012 y para las demás actividades es de 2000 a 2014.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos publicados en cuentas departamentales y en la EAM.

Anexo 4. Clasificación sectorial propuesta para realizar el análisis de los resultados de la investigación

Agropecuario	1.-Productos de café 2.-Otros productos agrícolas 3.-Animales vivos, productos animales y productos de caza 4.-Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas 5.-Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
Minería	6.-Carbón mineral 7.-Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio 8.-Minerales metálicos 9.-Minerales no metálicos
Agroindustria	10.-Carnes y pescados 11.-Aceites y grasas animales y vegetales 12.-Productos lácteos 13.-Productos de molinería, almidones y sus productos 14.-Productos de café y trilla 15.-Azúcar y panela 16.-Cacao, chocolate y productos de confitería 18.-Bebidas 19.-Productos de tabaco
Otros bienes de baja tecnología	20.-Fibras textiles naturales, hilazas e hilos; tejidos de fibras textiles, incluso afelpados 21.-Artículos textiles, excepto prendas de vestir 22.-Tejidos de punto y ganchillo; prendas de vestir 23.-Curtido y preparado de cueros, productos de cuero y calzado 24.-Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables 25.-Productos de papel, cartón y sus productos 26.-Edición, impresión y artículos análogos 35.-Muebles 17 y 36.-Otros bienes manufacturados ncp 37.-Desperdicios y desechos
Bienes industriales de tecnología media-baja	29.-Productos de caucho y de plástico 30.-Productos Minerales no metálicos 31.-Productos metalúrgicos básicos
Bienes industriales de tecnología alta y media-alta o bienes de capital	27.-Productos de refinación de petróleo; combustible nuclear. 28.-Sustancias y productos químicos 32.-Maquinaria y equipo 33.-Otra maquinaria y suministro eléctrico 34.-Equipo de transporte
Electricidad, gas y agua	38.-Energía eléctrica 39.-Gas domiciliario 40.-Agua
Construcción	41.-Construcción de edificaciones 42.-Construcción de obras civiles
Comercio, reparación y turismo	43.-Comercio 44.-Servicios de reparación de automotores, de artículos personales y domésticos 45.-Servicios de alojamientos, suministro de comidas y bebidas
Transporte y telecomunicaciones	46.-Servicios de transporte terrestre 47.-Servicios de transporte por vía acuática 48.-Servicios de transporte por vía aérea 49.-Servicios complementarios y auxiliares al transporte 50.-Servicios de correos y telecomunicaciones

Continúa...

Continuación del anexo 4 Clasificación sectorial propuesta para realizar el análisis de los resultados de la investigación...

Financiero, inmobiliario, empresarial	51.- Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos 52.- Servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda 53.- Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios
Servicios sociales	54.- Administración pública y defensa; dirección, administración y control del sistema de seguridad social 55.-Servicios de enseñanza de mercado 56.-Servicios de enseñanza de no mercado 57.-Servicios sociales y de salud de mercado 58.- Servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente 59.- Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de mercado 60.- Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de no mercado 61.- Servicios domésticos

Fuente: Elaboración con base en la clasificación del DANE, de Ortiz y Salazar (2015) y de Duarte *et al.*(2011).

Anexo 5. Proporción de actividades “No Relevantes” para Colombia y para la Región Oriental según el análisis de multiplicadores

	Colombia		Región Oriental		Boyacá		Cundinamarca		Norte Santander		Santander	
	/	%	/	%	/	%	/	%	/	%	/	%
Agropecuario	3/5	60	1/5	20	1/5	20	3/5	60	1/5	20	3/5	60
Minería	3/4	75	2/4	50	0/4	0	2/4	50	0/4	0	2/4	50
Agroindustria	0/10	0	3/9	33	7/9	78	7/9	78	7/9	78	7/9	78
Industria de baja tecnología	1/10	10	4/10	40	7/10	70	7/10	70	6/10	60	7/10	70
Industria de tecnología media baja	0/3	0	1/3	33	1/3	33	0/3	0	1/3	33	1/3	33
Industria de tecnología media alta-alta	0/5	0	0/5	0	2/5	40	2/5	40	4/5	80	1/5	20
Electricidad, gas y agua	0/3	0	1/3	33	0/3	0	0/3	0	0/3	0	0/3	0
Transporte y comunicaciones	2/5	40	0/5	0	1/5	20	1/5	20	2/5	40	1/5	20
Financiero, inmobiliario y empresas	0/3	0	1/3	33	2/3	67	1/3	33	0/3	0	1/3	33
Servicios sociales	6/8	75	6/8	75	3/8	38	3/8	38	3/8	38	3/8	38
TOTAL	18/61	30	19/60	35	24/60	44	26/60	47	24/60	44	26/60	47

Nota: En la tabla se presenta cuantas actividades “no son relevantes” en el territorio correspondiente respecto a la cantidad de ramas de actividad que se clasifican en x bloque o sector, así como el porcentaje de dicha participación; por ejemplo, se observa que 3 de las 5 ramas que conforman el sector agropecuario en Colombia no son relevantes, esto significa que el 60% de las actividades agropecuarias no generan encadenamientos productivos a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia con base en la MIP_{nacional} de 2010 y las MIP_{regionalizadas}.

Anexo 6. Resultado de los multiplicadores directos y directos e indirectos de Leontief, y directos e indirectos de Ghosh, para la economía de colombiana de 2005, 2010 y 2014

Rama	Multiplicadores Directos						Multiplicadores Directos - Indirectos						Clasificación M. Directos-Indirectos			M. Directos - Indirectos vía Ghosh			Clasificación M. Directos-Indirectos		
	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	2005	2010	2014	I-G/05	I-G/10	I-G/14	2005	2010	2014
1	0.1609	0.1104	0.1255	0.6886	0.7094	0.6401	1.3586	1.2299	1.2871	1.8061	1.8419	1.7631	NR	NR	NR	2.1126	2.0848	1.9417	Impulso	Impulso	NR
2	0.2912	0.2747	0.2367	1.6337	1.5759	1.3099	1.5951	1.5372	1.5094	3.5310	3.5190	3.0239	Impulso	Impulso	Impulso	1.9075	1.9524	1.9356	NR	Impulso	NR
3	0.3369	0.3603	0.3412	1.2113	1.1178	1.0317	1.7322	1.7850	1.7663	2.6504	2.4966	2.3687	Impulso	Impulso	Impulso	2.0303	2.0615	2.0409	Impulso	Impulso	Impulso
4	0.2571	0.2511	0.2453	0.2740	0.2308	0.2340	1.4893	1.4581	1.5019	1.4102	1.3387	1.3241	NR	NR	NR	2.6227	2.4388	1.9968	Impulso	Impulso	Impulso
5	0.3117	0.3064		0.1236	0.0951		1.6610	1.6453		1.1579	1.1165		NR	NR		1.9642	1.7371		NR	NR	
6	0.2310	0.2425	0.2950	0.0623	0.0477	0.0455	1.4382	1.4445	1.5914	1.1137	1.0963	1.0835	NR	NR	NR	1.1331	1.1132	1.1251	NR	NR	NR
7	0.1936	0.1676	0.2104	0.7450	0.6243	0.7363	1.3007	1.2524	1.3327	2.6569	2.6721	2.9115	Impulso	Impulso	Impulso	1.8970	1.6899	1.7474	NR	NR	NR
8	0.3600	0.3214	0.4196	0.1347	0.1925	0.1497	1.6887	1.5971	1.8490	1.5414	1.6562	1.3667	NR	NR	NR	2.4496	2.6525	2.4210	Impulso	Impulso	Impulso
9	0.2228	0.2187	0.2734	0.1255	0.1217	0.1187	1.4405	1.4085	1.5342	1.2164	1.2007	1.1749	NR	NR	NR	2.5440	2.4852	2.3770	Impulso	Impulso	Impulso
10	0.9158	0.9016	0.8880	0.3033	0.2768	0.2776	2.6743	2.6881	2.6973	1.4314	1.4074	1.4275	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.3744	1.3653	1.4559	Arrastre	Arrastre	Arrastre
12	0.8306	0.7766	0.8091	0.0804	0.0781	0.0611	2.5324	2.4405	2.5378	1.1118	1.1113	1.1004	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.2018	1.2310	1.2997	Arrastre	Arrastre	Arrastre
13	0.7396	0.7419	0.7372	0.4922	0.5584	0.4427	2.4364	2.4418	2.4698	1.9570	2.0636	1.9152	Arrastre	Clave	Arrastre	1.8631	1.8654	1.9536	Arrastre	Arrastre	Arrastre
14	0.8721	0.8992	0.8439	0.1424	0.1542	0.1564	2.3257	2.2743	2.2591	1.1705	1.1866	1.1922	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.2058	1.2358	1.2628	Arrastre	Arrastre	Arrastre
15	0.7631	0.6375	0.7556	0.1973	0.1806	0.1006	2.2800	2.0414	2.2603	1.2540	1.2341	1.1673	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.5189	1.5059	1.6502	Arrastre	Arrastre	Arrastre
11	0.7439	0.7841	0.7561	0.4447	0.4863	0.4387	2.5832	2.6808	2.6066	1.9205	2.0920	1.0287	Arrastre	Clave	Arrastre	2.7483	3.1487	2.3242	Clave	Clave	Clave
16	0.7400	0.7425		0.0229	0.0212		2.5164	2.4884		1.0307	1.0287		Arrastre	Arrastre		1.1789	1.1918		Arrastre	Arrastre	
17	0.6715	0.7130		0.1401	0.1311		2.3491	2.4041		1.1825	1.1703		Arrastre	Arrastre		1.5268	1.5055		Arrastre	Arrastre	
18	0.5794	0.5373	0.5011	0.1158	0.1065	0.1111	2.1766	2.0562	2.0464	1.1836	1.1772	1.2004	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.4103	1.4261	1.5467	Arrastre	Arrastre	Arrastre
19	0.6147	0.5762	0.3881	0.0094	0.0080	0.0050	2.1740	2.0857	1.7592	1.0095	1.0080	1.0050	Arrastre	Arrastre	NR	1.0095	1.0080	1.0050	Arrastre	Arrastre	NR
20	0.6916	0.7108	0.6549	0.7852	0.6700	0.5150	2.3891	2.3649	2.2920	2.2417	2.0015	1.7063	Clave	Clave	Arrastre	3.3647	3.2569	3.3418	Clave	Clave	Clave
21	0.5913	0.5326	0.6662	0.1170	0.0963	0.1149	2.2192	2.0550	2.4270	1.2004	1.1710	1.1794	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.8202	1.7537	1.8806	Arrastre	Arrastre	Arrastre

Continúa...

Rama	Multiplicadores Directos						Multiplicadores Directos - Indirectos						Clasificación M. Directos-Indirectos			M. Directos - Indirectos vía Ghosh			Clasificación M. Directos-Indirectos		
	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	A/05	A/10	A/14
22	0.6656	0.6577	0.6455	0.1964	0.1718	0.1983	2.3494	2.2477	2.3021	1.2739	1.2333	1.2719	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.2660	1.2525	1.3154	Arrastre	Arrastre	Arrastre
23	0.6453	0.6794	0.5975	0.1886	0.2212	0.2300	2.4486	2.5115	2.3731	1.2436	1.2911	1.2995	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.3172	1.3918	1.4513	Arrastre	Arrastre	Arrastre
24	0.6349	0.5827	0.6730	0.2967	0.3023	0.2335	2.2035	2.0948	2.3505	1.4078	1.4056	1.2825	Arrastre	Arrastre	Arrastre	2.4801	2.5090	2.3490	Clave	Clave	Clave
25	0.7188	0.7649	0.7344	0.9167	0.8750	0.7095	2.4445	2.5361	2.5383	2.8017	2.6556	2.3457	Clave	Clave	Clave	3.1536	3.1445	3.4141	Clave	Clave	Clave
26	0.6436	0.6456	0.5359	0.2569	0.2428	0.1685	2.2679	2.2734	2.1290	1.5504	1.4987	1.4026	Arrastre	Arrastre	Arrastre	2.2833	2.3516	2.6441	Clave	Clave	Clave
27	0.4430	0.4707	0.4697	0.8242	1.1706	0.9696	1.6134	1.6750	1.7118	2.6411	3.3524	3.2559	Impulso	Impulso	Impulso	2.0815	2.2655	2.6475	Impulso	Impulso	Impulso
28	0.7124	0.6828	0.6786	2.1731	2.0679	2.7082	2.5579	2.4393	2.5610	6.7798	6.1439	7.8092	Clave	Clave	Clave	3.5089	3.2596	4.5094	Clave	Clave	Clave
29	0.7284	0.7712	0.6936	0.8436	0.8054	0.5743	2.6164	2.6566	2.6232	2.6433	2.5109	2.0453	Clave	Clave	Clave	3.0066	3.1257	3.1476	Clave	Clave	Clave
30	0.5624	0.5508	0.5391	0.4905	0.4457	0.3950	2.0304	1.9976	2.0478	1.7624	1.6764	1.5343	Arrastre	Arrastre	Arrastre	2.3064	2.3521	2.2582	Clave	Clave	Clave
31	0.7102	0.6780	0.6807	1.4046	1.2619	0.9877	2.4070	2.2213	2.3102	4.1209	3.4300	2.4687	Clave	Clave	Clave	3.2900	2.7918	2.4338	Clave	Clave	Clave
32	0.6351	0.6626	0.5963	0.5822	0.4584	0.1118	2.3859	2.3795	2.2685	2.0279	1.7958	1.1758	Clave	Arrastre	Arrastre	2.9578	2.7389	1.5410	Clave	Clave	Arrastre
33	0.6748	0.6898	0.6518	0.4632	0.3731	0.0811	2.4901	2.4322	2.3899	1.9085	1.6868	1.1299	Arrastre	Arrastre	Arrastre	3.6177	3.2306	1.6023	Clave	Clave	Arrastre
34	0.8355	0.8403	0.8051	0.6618	0.6450	0.2862	3.1510	3.1044	2.7578	2.4918	2.4079	1.4583	Clave	Clave	Arrastre	2.9417	3.1924	1.8364	Clave	Clave	Arrastre
35	0.6157	0.6177	0.6815	0.1079	0.1017	0.0637	2.2947	2.2583	2.4440	1.1545	1.1359	1.0741	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.4110	1.3677	1.2217	Arrastre	Arrastre	Arrastre
36	0.5334	0.5438	0.5892	0.1030	0.0858	0.0747	2.0627	2.0524	2.2126	1.1405	1.1176	1.0994	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.4173	1.3914	1.3976	Arrastre	Arrastre	Arrastre
38	0.4500	0.4769	0.5142	1.0102	1.0615	1.1235	1.7936	1.8511	1.9863	3.3610	3.5341	3.8179	Impulso	Impulso	Impulso	2.4171	2.5060	2.7783	Impulso	Impulso	Impulso
39	0.4947	0.6207	0.6646	0.1307	0.1214	0.1400	1.7793	1.9887	2.1387	1.2735	1.2406	1.2879	NR	Arrastre	Arrastre	2.0317	1.8413	1.9802	Impulso	Arrastre	Clave
41	0.5432	0.4661	0.4157	0.1407	0.1119	0.0471	2.1308	1.9344	1.8625	1.2330	1.1764	1.0987	Arrastre	NR	NR	1.1366	1.0936	1.0520	Arrastre	NR	NR
42	0.5387	0.4993	0.5438	0.3361	0.3568	0.1744	2.0579	1.9424	2.0709	1.4547	1.4824	1.2671	Arrastre	NR	Arrastre	1.1734	1.1401	1.0780	Arrastre	NR	Arrastre
43	0.3553	0.3655	0.3971	1.9423	1.8287	1.7780	1.6175	1.6176	1.7267	4.7747	4.4799	4.1471	Impulso	Impulso	Impulso	1.6682	1.6165	1.6221	NR	NR	NR
44	0.5024	0.4555	0.4912	0.4525	0.4558	0.4089	2.1103	1.9724	1.9728	2.0902	2.0433	1.9666	Clave	Clave	NR	2.3252	2.2054	2.2178	Clave	Clave	Impulso
45	0.5602	0.5164	0.5307	0.3445	0.4246	0.4119	2.1238	2.0104	2.0812	1.6730	1.7898	1.9448	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.2776	1.2837	1.4126	Arrastre	Arrastre	Arrastre
46	0.4445	0.4889	0.5742	1.4881	1.4261	1.4977	1.8367	1.8929	2.0765	3.9519	3.7001	3.7726	Impulso	Impulso	Clave	2.0260	1.8971	2.0288	Impulso	NR	Clave
48	0.5924	0.6156	0.6286	0.1979	0.1808	0.2263	2.1005	2.1434	2.2325	1.4428	1.3969	1.5803	Arrastre	Arrastre	Arrastre	2.4467	2.1593	2.6300	Clave	Clave	Clave

Continúa...

Rama	Multiplicadores Directos						Multiplicadores Directos - Indirectos						Clasificación M. Directos-Indirectos			M. Directos - Indirectos vía Ghosh			Clasificación M. Directos-Indirectos		
	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	A/05	A/10	A/14	I/05	I/10	I/14	A/05	A/10	A/14
47	0.6091	0.6991	0.6227	0.1935	0.2230	0.5057	2.2128	2.4229	2.1514	1.2677	1.3086	2.2120	Arrastre	Arrastre	Clave	2.1294	2.1138	3.2976	Clave	Clave	Clave
49	0.4588	0.4489		0.4187	0.3370		1.7778	1.7342		1.8692	1.7443		NR	NR		2.6114	2.5608		Impulso	Impulso	
50	0.4766	0.4394	0.4349	0.4304	0.3650	0.3937	1.8298	1.7368	1.7731	2.0344	1.8281	2.0131	Impulso	NR	NR	1.7839	1.6200	1.8611	NR	NR	NR
51	0.3629	0.3205	0.3542	1.0803	1.2957	1.3279	1.5919	1.4954	1.6079	3.4163	3.7011	4.1117	Impulso	Impulso	Impulso	2.2897	2.1973	2.4897	Impulso	Impulso	Impulso
52	0.1089	0.1108	0.1529	0.5483	0.5735	0.6213	1.1832	1.1721	1.2554	2.2466	2.2473	2.4637	Impulso	Impulso	Impulso	1.4002	1.4061	1.5615	NR	NR	NR
53	0.2603	0.2401	0.3926	3.6937	4.0600	3.3048	1.4450	1.3979	1.7157	8.3261	8.6138	7.7926	Impulso	Impulso	Impulso	2.8684	2.7938	2.8819	Impulso	Impulso	Impulso
37	0.0000	0.0000	0.3256	0.1417	0.1807	0.4444	1.0000	1.0000	1.5993	1.4061	1.4624	1.0000	NR	NR	NR	3.6135	3.3151	1.1217	Impulso	Impulso	NR
54	0.3987	0.4106		0.0000	0.0000		1.7364	1.7125		1.0000	1.0000		NR	NR		1.0000	1.0000		NR	NR	
56	0.1552	0.1901		0.0000	0.0000		1.2772	1.3235		1.0000	1.0000		NR	NR		1.0000	1.0000		NR	NR	
55	0.2776	0.2420		0.0322	0.0322	0.0288	1.4855	1.3994	1.3912	1.0420	1.0413	1.0470	NR	NR		1.0493	1.0511	1.0717	NR	NR	NR
57	0.5964	0.6041	0.5876	0.2818	0.3090	0.3837	2.2790	2.2725	2.3272	1.3935	1.4485	1.6239	Arrastre	Arrastre	Arrastre	1.3909	1.4450	1.6183	Arrastre	Arrastre	Arrastre
40	0.3315	0.2976	0.6206	0.1122	0.0817	0.1303	1.5867	1.5001	2.1459	1.2115	1.1459	1.2479	NR	NR	Arrastre	1.5555	1.4538	1.5771	NR	NR	Arrastre
58	0.3363	0.3527		0.0559	0.0494		1.5812	1.5715		1.1011	1.0854		NR	NR		1.4083	1.3816		NR	NR	
59	0.4120	0.4119	0.3851	0.3700	0.3915	0.3464	1.7601	1.7305	1.7231	1.7527	1.7717	1.7644	NR	NR	NR	1.6227	1.6295	1.6701	NR	NR	NR
60	0.6169	0.6602		0.0000	0.0000		2.0662	2.0911		1.0000	1.0000		Arrastre	Arrastre		1.0000	1.0000		Arrastre	Arrastre	
61	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	NR	NR	NR	1.0000	1.0000	1.0000	NR	NR	NR
Media	0.5043	0.5013	0.5203	0.5043	0.5013	0.5203	1.9844	1.9537	2.0299	1.9844	1.9537	2.0299				1.9697	1.9309	1.9628			

NR: No relevante

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Clasificación de los multiplicadores relativos para la economía colombiana con base en las MIP_{nacionales} de 2005, 2010 y 2014, y TMCA por ramas de actividad

Rama de Actividad	2005	2010	2014	Cód. EAM	TMCA %
1.-Café	NR	NR	NR		1.78
2.-Prod. Agrícolas	Impulso	Impulso	Impulso		2.39
3.-Prod. Animales	Impulso	Impulso	Impulso		2.68
4.-Silvicultura y madera	NR	NR			2.44
5.-Prod. Pesca y acuicultura	NR	NR	NR		1.48
6.-Carbón mineral	NR	NR	NR		6.40
7.-Petróleo, gas natural, uranio y torio	Impulso	Impulso	Impulso		3.01
8.-Minerales metálicos	NR	NR	NR		2.69
9.-Minerales no metálicos	NR	NR	NR		5.15
10.-Carne y pescados	Arrastre	Arrastre	Arrastre	151	6.59
11.-Aceites y grasas animales y vegetales	Arrastre	Clave		152	0.30
16.-Cacao, chocolate y confitería	Arrastre	Arrastre	Arrastre	158	5.52
17.-Otros bienes manufacturados	Arrastre	Arrastre		-----	
12.-Prod. Lácteos	Arrastre	Arrastre	Arrastre	153	3.77
13.-Prod. Molinería y almidones	Arrastre	Clave	Arrastre	154	4.62
				155	4.14
				156	1.52
14.-Prod. Café y trilla	Arrastre	Arrastre	Arrastre	157	2.26
15.-Azúcar y panela	Arrastre	Arrastre	Arrastre	159	4.19
18.-Bebidas	Arrastre	Arrastre	Arrastre	159	4.19
19.-Prod. Tabaco	Arrastre	Arrastre	NR	160	1.37
20.-Fibras textiles	Clave	Clave	Arrastre	171	-5.03
				172	-3.46
				173	-5.75
21.-Artículos textiles	Arrastre	Arrastre	Arrastre	174	0.56
22.-Tejidos, prendas de vestir	Arrastre	Arrastre	Arrastre	175	-1.08
23.-Cuero y sus productos	Arrastre	Arrastre	Arrastre	181	0.48
				182	7.03
				191	-1.92
				192	2.97
				193	1.55

Continúa...

Rama de Actividad	2005	2010	2014	Cód. EAM	TMCA %
24.-Prod. Madera, corcho, paja	Arrastre	Arrastre	Arrastre	201	4.75
				202	2.63
				203	4.08
				204	10.76
				209	7.57
25.-Prod. Papel, cartón	Clave	Clave	Clave	210	-0.75
26.-Edición, impresión	Arrastre	Arrastre	Arrastre	221	2.55
				222	5.56
				223	9.09
27.-Prod. Refinación petróleo	Impulso	Impulso	Impulso	232	9.42
28.-Sustancias y productos químicos	Clave	Clave	Clave	241	2.70
				242	2.77
29.-Prod. Caucho y plástico	Clave	Clave	Clave	252	-1.32
30.-Prod. Minerales no metálicos	Arrastre	Arrastre	Arrastre	261	3.56
				269	1.36
				271	4.48
31.-Productos metalúrgicos básicos	Clave	Clave	Clave	272	3.20
				273	-100
				281	11.92
				289	0.99
32.-Maquinaria y equipo	Clave	Arrastre	Arrastre	291	4.59
				292	7.90
				293	4.12
33.-Otra maquinaria y suministro eléctrico	Arrastre	Arrastre	Arrastre	311	5.20
				312	11.72
				313	5.11
				314	-0.54
				315	-1.16
				319	0.36
				321	4.53
				322	-100
				323	-100
				331	4.48
				332	2.48

Continúa...

Rama de Actividad	2005	2010	2014	Cód. EAM	TMCA %
				341	7.75
				342	9.56
				343	4.62
34.-Equipo de transporte	Clave	Clave	Arrastre	351	-8.92
				353	-7.26
				359	18.03
35.-Muebles	Arrastre	Arrastre	Arrastre	361	8.18
36.-Otros bienes manufacturados	Arrastre	Arrastre	Arrastre	369	-3.15
38.-Energía eléctrica	Impulso	Impulso	Impulso		3.08
39.-Gas domiciliario	NR	Arrastre	Arrastre		4.58
40.-Agua	NR	NR			2.18
58.-Alcantarillado y eliminación de desperdicios	NR	NR	Arrastre		3.29
41.-Construcción Edificaciones	Arrastre	NR	NR		8.08
42.-Construcción Obras Civiles	Arrastre	NR	Arrastre		8.33
43.-Comercio	Impulso	Impulso	Impulso		4.67
44.-Servicios de reparación	Clave	Clave	NR		3.49
45.-Servicios de alojamiento, comida y bebida	Arrastre	Arrastre	Arrastre		4.73
46.-Transporte terrestre	Impulso	Impulso	Clave		3.70
48.-Transporte aéreo	Arrastre	Arrastre	Arrastre		6.13
47.-Transporte acuático	Arrastre	Arrastre			0.55
49.-Ss auxiliares al transporte	NR	NR	Clave		6.02
50.-Correos y telecomunicaciones	Impulso	NR	NR		7.20
51.-Intermediación financiera	Impulso	Impulso	Impulso		6.55
52.-Ss Inmobiliarios y de alquiler	Impulso	Impulso	Impulso		3.20
53.-Ss a las empresas	Impulso	Impulso	Impulso		4.85
54.-Admón pública y defensa	NR	NR			3.64
37.-Desperdicios y desechos	NR	NR	NR	-----	
56.-Enseñanza de no mercado	NR	NR			4.47
55.-Enseñanza de mercado	NR	NR	NR		1.57
57.-Ss sociales y de salud	Arrastre	Arrastre	Arrastre		5.35
59.-Asociación, esparcimiento de mercado	NR	NR			4.28
60.-Asociación, esparcimiento de no mercado	Arrastre	Arrastre	NR		3.66
61.-Ss domésticos	NR	NR	NR		1.81
Arrastre medio	1.9844	1.9537	2.0299		
Impulso medio	1.9844	1.9537	2.0299		4.15

NR: No relevantes.

Nota: Los datos aquí presentados son los resultados del análisis de multiplicadores para cada una de las MIP analizadas, así como la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) porcentual correspondientes al año 2000 como año inicial y, 2012 como año final para las actividades industriales y 2014 para las demás actividades; utilizando como variable de análisis el Valor Agregado (VA) provisto por el DANE en Cuentas Nacionales Departamentales (CN) y la Encuesta Anual Manufacturera (EAM). Resaltar que la división sectorial utilizada en CN es igual a la utilizada en la MIP, sin embargo la desagregación de la EAM se encuentra más desagregada. Para ver la especificación de la clasificación industrial dirigirse a los anexos.

Fuente: Elaboración propia con base en la MIP de 2005 y 2010 publicada por el DANE, y actualización a la MIP 2014

*Anexo 8. Resumen de la clasificación de los efectos multiplicadores para Colombia y la
Región Oriental*

	Colombia	Región Oriental	Boyacá	Cundinamarca	Norte de Santander	Santander
1	NR	Impulso	Arrastre	Arrastre	Arrastre	NR
2	Impulso	Impulso	Impulso	NR	Impulso	Impulso
3	Impulso	Impulso	Impulso	Impulso	Clave	Impulso
4	NR	NR	NR	NR	NR	NR
5	NR	Arrastre	Arrastre	NR	Arrastre	NR
6	NR	Impulso	Impulso	NR	Impulso	NR
7	Impulso	Impulso	Impulso	NR	Clave	NR
8	NR	NR	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Clave
9	NR	NR	Clave	Arrastre	Clave	Clave
10	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
11	Clave	Arrastre	NR	NR	NR	NR
12	Arrastre	NR	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
13	Clave	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
14	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
15	Arrastre	NR	NR	NR	NR	NR
16	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
18	Arrastre	NR	NR	NR	NR	NR
19	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
20	Clave	NR	NR	NR	NR	NR
21	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
22	Arrastre	NR	NR	NR	NR	NR
23	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
24	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
25	Clave	Arrastre	NR	NR	NR	NR
26	Arrastre	NR	Arrastre	NR	Arrastre	NR
27	Impulso	Impulso	NR	NR	NR	Impulso
28	Clave	Clave	Arrastre	Clave	NR	Arrastre
29	Clave	Clave	NR	Impulso	NR	NR
30	Arrastre	NR	Impulso	Clave	Clave	Arrastre
31	Clave	Clave	Clave	Clave	Clave	Clave
32	Arrastre	Clave	Clave	Clave	Arrastre	Arrastre
33	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
34	Clave	Arrastre	Arrastre	Clave	NR	Arrastre
35	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
17 y 36	Arrastre	Arrastre	NR	Arrastre	Arrastre	Arrastre
37	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Continúa...

	Colombia	Región Oriental	Boyacá	Cundinamarca	Norte de Santander	Santander
38	Impulso	Impulso	Clave	Clave	Impulso	Clave
39	Arrastre	NR	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
40	NR	Arrastre	Arrastre	Clave	Arrastre	Arrastre
41	NR	Arrastre	Impulso	Clave	Clave	Impulso
42	NR	Clave	Clave	Clave	Clave	Clave
43	Impulso	Impulso	Clave	Impulso	Clave	Clave
44	Clave	Arrastre	Arrastre	Clave	Arrastre	Clave
45	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Clave	Arrastre
46	Impulso	Clave	Clave	Clave	Clave	Clave
47	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	NR	Arrastre
48	Arrastre	Arrastre	NR	NR	NR	NR
49	NR	Arrastre	Arrastre	Clave	Arrastre	Arrastre
50	NR	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Clave	Arrastre
51	Impulso	Impulso	NR	Arrastre	Impulso	Impulso
52	Impulso	NR	NR	NR	Impulso	NR
53	Impulso	Impulso	Impulso	Impulso	Impulso	Impulso
54	NR	NR	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
55	NR	NR	NR	NR	NR	NR
56	NR	NR	NR	NR	NR	NR
57	Arrastre	Arrastre	Clave	Arrastre	Clave	Arrastre
58	NR	NR	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
59	NR	NR	Arrastre	Arrastre	Clave	Arrastre
60	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre	Arrastre
61	NR	NR	NR	NR	NR	NR

NR; No Relevante.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los efectos multiplicadores aplicados a las MIP_{regionalizadas} y a la MIP_{nacional} de 2010.

Anexo 9. Resultados conglomerados del análisis de multiplicadores, Coeficiente de Localización y Tasa Media de Crecimiento Anual para la Región Oriental de Colombia

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
1	1	1.5856	1.8788	Impulso	0.69	0.67	2.65	Emergente
2	2	1.1713	3.2395	Impulso	2.16	1.79	2.09	Tradicional
3	3	1.1993	2.2380	Impulso	1.83	1.70	3.25	Transcendente
4	4	1.4565	1.2654	NR	0.52	0.62	4.94	Emergente
5	5	2.3044	1.2494	Arrastre	0.55	0.50	1.87	Emergente
6	6	1.3098	1.7921	Impulso	0.45	0.36	5.74	Deprimida
7	7	1.1236	9.5056	Impulso	0.75	2.87	14.56	Transcendente
8	8	1.5066	1.0000	NR	0.02	0.02	3.41	Emergente
9	9	1.3891	1.3259	NR	2.28	1.45	2.90	Tradicional
10	151	1.8288	1.1264	Arrastre	0.5529	0.68739	11.79	Emergente
11	152	2.0707	1.3715	Arrastre	0.6504	0.38623	-1.09	Deprimida
12	153	1.6015	1.1005	NR	1.7945	2.02836	7.96	Transcendente
13	154	1.9960	1.6440	Arrastre	1.4179	1.24144	6.56	Transcendente
	155				1.1226	0.99102	6.14	Emergente
14	156	2.4262	1.0101	Arrastre	0.1805	0.1111	0.41	Deprimida
15	157	1.0000	1.0000	NR				
16	158	1.8758	1.0000	Arrastre	0.09	0.05	3.21	Deprimida
18	159	1.3611	1.1171	NR	1.19	1.28	7.95	Transcendente
19	160	2.1072	1.0000	Arrastre	0.0395	0	-100.00	Deprimida
20	174	1.0000	1.0000	NR	0.5058	0.66931	6.008802	Emergente
21	181	2.0155	1.0584	Arrastre	0.1468	0.06606	-3.17976	Deprimida
22	175	1.0000	1.0000	NR				
23	192	1.8544	1.1202	Arrastre	1.1541	0.66675	1.304857	Deprimida
	193				0.1855	0.04037	-7.89983	Deprimida
24	201	2.2439	1.0209	Arrastre	0.261	0.15804	3.464743	Deprimida
	202				0	0.31995		Deprimida
	203				2.5706	0	-100	Deprimida
	204				0	0.66813		Deprimida
	209				0	0.68703		Deprimida
25	210	2.0387	1.6021	Arrastre	0.3154	0.41624	4.610323	Emergente
26	221	1.6025	1.0000	NR	0.1207	0.20373	10.31959	Emergente
	222				0.0304	0.1178	21.71038	Emergente
27	232	1.5843	5.6423	Impulso	3.3602	2.20245	8.79	Tradicional
28	241	1.8648	2.4159	Clave	1.1945	0.68787	1.02	Deprimida
	242				0.7129	0.43288	1.53	Deprimida

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
29	251	1.9908	1.7609	Clave		1.05509	-5.77	
	252				2.7567	7.94503	11.00	Transcendente
30	261	1.5087	1.4568	NR	1.1267	0.37365	-2.72	Deprimida
	269				9.1297	10.5156	5.63	Transcendente
31	271	1.9950	2.6772	Clave	0.5178	0.48747	7.06	Emergente
	272					0.04899		Deprimida
	281				0.6254	0.64767	15.60	Emergente
	289				0.3448	0.49793	7.24	Emergente
32	291	1.9963	1.7942	Clave	1.3123	1.0126	5.41	Transcendente
	292				1.8445	0.99748	5.57	Deprimida
	293				0.6494		-100.00	Deprimida
33	311	2.1523	1.1223	Arrastre		1.14785		Tradicional
	312					1.02075		Tradicional
34	341	2.2676	1.6400	Arrastre		0.22031		Deprimida
	342				0.4266	1.49781	25.28349	Transcendente
	343				0.3006	0.80354	16.94213	Emergente
35	361	1.9347	1.0730	Arrastre	0.6299	0.68338	12.17	Emergente
17 y 36	369	1.8230	1.3363	Arrastre	2.8248	8.91132	9.76	Transcendente
37	371-372	1.0000	1.0000	NR				
38	38	1.6873	3.2208	Impulso	1.20	1.14	3.82	Transcendente
39	39	1.6966	1.0663	NR	0.90	0.61	2.83	Deprimida
40	40	2.1162	1.0630	Arrastre	0.58	0.61	3.67	Emergente
41	41	2.0590	1.3648	Arrastre	0.68	0.97	12.01	Emergente
42	42	1.8285	1.8802	Clave	1.60	1.46	8.74	Transcendente
43	43	1.6032	3.0151	Impulso	1.13	0.76	2.80	Deprimida
44	44	1.8375	1.6727	Arrastre	1.26	0.94	2.46	Deprimida
45	45	1.7885	1.3245	Arrastre	0.97	0.82	4.55	Deprimida
46	46	1.8970	2.7177	Clave	1.13	1.05	4.27	Transcendente
47	47	2.4052	1.2815	Arrastre	1.28	1.49	2.76	Transcendente
48	48	2.1187	1.0846	Arrastre	0.24	0.22	6.89	Emergente
49	49	1.7599	1.5501	Arrastre	0.99	1.11	8.01	Transcendente
50	50	1.7167	1.5716	Arrastre	0.86	0.88	8.55	Emergente
51	51	1.5026	1.8078	Impulso	0.44	0.38	6.56	Emergente
52	52	1.1961	1.4274	NR	0.56	0.48	3.11	Deprimida
53	53	1.3729	4.4165	Impulso	0.76	0.65	4.73	Deprimida
54	54	1.6585	1.0000	NR	0.97	0.80	3.34	Deprimida

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
55	55	1.4127	1.0000	NR	0.61	0.55	1.85	Emergente
56	56	1.3230	1.0000	NR	1.19	0.91	3.60	Deprimida
57	57	2.0608	1.2048	Arrastre	1.03	0.82	4.74	Deprimida
58	58	1.6065	1.0000	NR	0.60	0.58	4.10	Emergente
59	59	1.7072	1.4175	NR	0.74	0.70	4.93	Emergente
60	60	2.1308	1.0000	Arrastre	0.87	0.81	4.23	Emergente
61	61	1.0000	1.0000	NR	0.60	0.57	2.62	Emergente

Nota: El análisis de multiplicadores se realiza con base en la MIP_{regionalizada} a partir de la MIP_{nacional} de 2010 y fuentes de información secundaria. El Coeficiente de Localización (CL) y la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) se calcula a partir de los datos de Valor Agregado (VA) publicados por el DANE en Cuentas Nacionales Departamentales (CN) y en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), para un periodo inicial correspondiente al año 2000 y un periodo final correspondiente al año 2012 para las actividades industriales y de 2014 para las demás actividades, según disponibilidad de la información y a precios constantes de 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en las técnicas aplicadas.

Anexo 10. Resultados conglomerados del análisis de multiplicadores, Coeficiente de Localización y Tasa Media de Crecimiento Anual para el departamento de Boyacá-Colombia

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
1	1	1.7245	1.0000	Arrastre	0.26	0.37	4.13	Emergente
2	2	1.2029	1.8071	Impulso	3.35	2.70	0.55	Tradicional
3	3	1.1794	2.0083	Impulso	2.65	2.26	1.23	Tradicional
4	4	1.2079	1.0738	NR	0.70	1.00	4.76	Emergente
5	5	1.7568	1.0526	Arrastre	0.53	0.63	2.43	Emergente
6	6	1.3651	3.3860	Impulso	1.10	0.72	2.94	Deprimida
7	7	1.2048	4.8592	Impulso	0.24	1.66	17.89	Transcendente
8	8	2.4836	1.3436	Arrastre	0.14	0.12	1.31	Deprimida
9	9	2.2473	3.0537	Clave	8.42	3.05	-2.48	Tradicional
10	151	1.0000	1.0000	NR				
11	152	1.0000	1.0000	NR				
12	153	1.9653	1.0000	Arrastre		0.07		Deprimida
13	155	1.8529	1.0000	Arrastre		0.03		Deprimida
14	156	1.0000	1.0000	NR				
15	157	1.0000	1.0000	NR				
16	158	1.0000	1.0000	NR				
18	159	1.0000	1.0000	NR	2.58		-100.00	Deprimida
19	160	1.0000	1.0000	NR				
20	174	1.0000	1.0000	NR				
21	181	1.6219	1.0000	Arrastre				
22	175	1.0000	1.0000	NR				
23	192-193	1.0000	1.0000	NR				
24	201-209	1.0000	1.0101	NR				
25	210	1.0000	1.0000	NR				
26	222	1.8384	1.0000	Arrastre		0.04		Deprimida
27	231-232	1.0000	1.0000	NR				
28	241-242	1.9283	1.0000	Arrastre		0.09		Deprimida
29	251-252	1.0000	1.0000	NR				
30	269	1.5035	2.9389	Impulso	34.67	42.55	4.16	Tradicional
31	271	2.1553	8.5892	Clave	4.28	5.42	7.64	Transcendente
	289					0.74		Deprimida
32	292	2.9655	1.7993	Clave		0.38		Deprimida
33	311-312	1.0000	1.0000	NR				
34	342	2.4026	1.0231	Arrastre		2.83		Tradicional
35	361	2.3475	1.0101	Arrastre	0.16	0.05	-0.24	Deprimida

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
17 y 36	369	1.4049	1.0703	NR	5.21	37.07	12.22	Transcendente
37	371-372	1.0000	1.0000	NR				
38	38	1.9539	3.4466	Clave	1.94	1.43	3.16	Tradicional
39	39	1.7108	1.0000	Arrastre	0.65	0.63	6.06	Transcendente
40	40	2.2059	1.0110	Arrastre	0.52	0.60	5.26	Emergente
41	41	1.3772	2.1305	Impulso	0.90	1.45	7.51	Deprimida
42	42	1.9820	2.8665	Clave	0.75	0.43	9.75	Emergente
43	43	1.6607	2.0728	Clave	1.02	1.05	2.32	Tradicional
44	44	1.9733	1.3348	Arrastre	0.89	0.66	3.12	Emergente
45	45	1.7558	1.1959	Arrastre	1.03	1.07	3.85	Tradicional
46	46	1.9903	1.9295	Clave	1.40	2.10	0.95	Tradicional
47	47	2.8780	1.2821	Arrastre	0.40	0.44	-100.00	Deprimida
48	48	1.0000	1.0000	NR	0.00	0.00		
49	49	1.8383	1.1028	Arrastre	0.55	0.45	7.60	Deprimida
50	50	1.7768	1.3444	Arrastre	1.10	0.85	8.57	Transcendente
51	51	1.5036	1.4012	NR	0.44	0.84	6.25	Deprimida
52	52	1.1664	1.1785	NR	0.35	0.61	3.14	Emergente
53	53	1.3651	3.3134	Impulso	0.57	0.56	7.36	Emergente
54	54	1.6894	1.0000	Arrastre	1.09	1.19	1.54	Tradicional
55	55	1.3661	1.0000	NR	0.64	0.84	2.98	Transcendente
56	56	1.2805	1.0000	NR	1.34	1.53	1.50	Tradicional
57	57	2.2730	1.7764	Clave	1.21	1.06	3.81	Tradicional
58	58	1.7141	1.0000	Arrastre	0.52	0.69	4.38	Emergente
59	59	1.6460	1.2530	Arrastre	0.79	0.90	6.97	Transcendente
60	60	2.1994	1.0000	Arrastre	1.23	1.31	3.55	Tradicional
61	61	1.0000	1.0000	NR	0.51	0.80	2.27	Deprimida

Nota: El análisis de multiplicadores se realiza con base en la MIP_{regionalizada} a partir de la MIP_{nacional} de 2010 y fuentes de información secundaria. El Coeficiente de Localización (CL) y la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) se calcula a partir de los datos de Valor Agregado (VA) publicados por el DANE en Cuentas Nacionales Departamentales (CN) y en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), para un periodo inicial correspondiente al año 2000 y un periodo final correspondiente al año 2012 para las actividades industriales y de 2014 para las demás actividades, según disponibilidad de la información y a precios constantes de 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en las técnicas aplicadas.

Anexo 11. Resultados conglomerados del análisis de multiplicadores, Coeficiente de Localización y Tasa Media de Crecimiento Anual para el departamento de Cundinamarca-Colombia

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
1	1	1.7856	1.0171	Arrastre	0.75	0.82	2.14	Emergente
2	2	1.2304	1.6732	NR	2.71	2.50	1.52	Tradicional
3	3	1.6551	1.8830	Impulso	2.57	2.74	2.90	Transcendente
4	4	1.1084	1.0204	NR	0.43	0.71	5.90	Emergente
5	5	1.2696	1.0101	NR	0.33	0.40	2.71	Emergente
6	6	1.4351	1.4226	NR	0.50	0.54	6.82	Emergente
7	7	1.0977	0.1647	NR	0.03	0.00	-20.31	Deprimida
8	8	3.0935	1.0409	Arrastre				
9	9	2.5228	1.3662	Arrastre	1.71	1.07	1.40	Tradicional
10	151	1.0000	1.0139	NR	0.13	0.36	19.16	Emergente
11	152	1.0000	1.0171	NR	0.19	0.07	-4.92	Deprimida
12	153	1.7615	1.2220	Arrastre	3.74	4.17	7.93	Transcendente
13	154	2.0681	1.7059	Arrastre	1.78	1.48	6.20	Transcendente
	155				2.02	1.94	6.97	Transcendente
14	156	1.0000	1.0000	NR				
15	157	1.0000	1.0000	NR				
16	158	1.0000	1.0000	NR	0.00	0.07		
18	159	1.0000	1.1941	NR	0.85	2.17	16.14	Transcendente
19	160	1.0000	1.0000	NR				
20	174	1.0000	1.2709	NR	0.55	0.95	8.50	Emergente
21	181	2.0126	1.0723	Arrastre	0.01	0.03	20.34	Emergente
22	175	1.0000	1.0000	NR				
23	192	1.0000	1.0000	NR	1.05	0.91	4.83	Emergente
24	201	1.0000	1.0121	NR	0.42	0.10	-4.31	Deprimida
	202				0.00	0.65		Deprimida
	203				5.62	0.00	-100.00	Deprimida
	204				0.00	1.45		Tradicional
	209				0.00	1.49		Tradicional
25	210	1.0000	1.5829	NR	0.67	0.90	4.82	Emergente
26	221	1.5577	1.0000	NR	0.00	0.26		Deprimida
	222				0.00	0.16		Deprimida
27	232	1.0000	1.1640	NR	0.00	0.13		Deprimida
28	241	1.8892	3.4853	Clave	2.59	1.17	-0.91	Tradicional
	242				1.54	0.92	1.48	Deprimida

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
29	251	1.0000	2.3254	Impulso		1.84	-7.12	
	252				5.35	15.68	11.26	Transcendente
30	261	1.8689	2.5495	Clave	2.46	0.77	-3.10	Deprimida
	269				8.50	10.90	6.68	Transcendente
31	271	2.7647	4.0898	Clave	0.16	0.10	3.65	Deprimida
	272					0.11		
	281				0.99	1.03	15.67	Transcendente
	289				0.65	0.88	6.80	Emergente
	291				2.24	1.93	6.48	Transcendente
32	292	1.9433	4.3740	Clave	2.74	1.50	5.76	Tradicional
	293				1.42	0.00	-100.00	Deprimida
33	311	1.0000	1.6100	NR		2.48		
	312					2.21		
34	341	2.4606	3.2714	Clave		0.48		
	342				0.78	2.41	24.06	Transcendente
	343				0.66	1.16	13.10	Transcendente
35	361	1.9285	1.2078	Arrastre	0.95	1.26	14.16	Transcendente
17 y 36	369	2.0640	1.6148	Arrastre	3.11	7.19	7.04	Transcendente
37	371-372	1.0000	1.0000	NR				
38	38	2.7763	5.6616	Clave	1.81	2.02	3.61	Transcendente
39	39	3.2757	1.0842	Arrastre	0.62	0.56	3.54	Deprimida
40	40	3.2193	2.1826	Clave	0.49	0.71	4.54	Emergente
41	41	2.9343	5.5566	Clave	0.38	0.83	13.84	Emergente
42	42	1.9868	2.1732	Clave	1.72	0.44	-1.93	Deprimida
43	43	1.7018	2.6367	Impulso	1.32	0.97	2.10	Deprimida
44	44	2.0304	2.5045	Clave	2.27	1.87	1.82	Tradicional
45	45	1.8948	1.3861	Arrastre	0.97	1.07	5.21	Transcendente
46	46	2.0239	2.2713	Clave	0.64	0.86	5.58	Emergente
47	47	2.9119	1.5422	Arrastre	1.33	1.43	0.80	Transcendente
48	48	1.0000	1.0000	NR				
49	49	2.1416	1.7834	Clave	1.58	1.84	6.88	Transcendente
50	50	1.8962	1.5377	Arrastre	0.80	1.11	9.39	Transcendente
51	51	1.7662	1.3974	Arrastre	0.26	0.27	6.61	Emergente
52	52	1.3228	1.0951	NR	0.21	0.21	2.83	Deprimida
53	53	1.5351	4.8526	Impulso	1.11	1.05	4.17	Tradicional

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
54	54	1.9528	1.0000	Arrastre	0.97	1.09	4.23	Transcendente
55	55	1.6409	1.0000	NR	0.58	0.64	2.01	Emergente
56	56	1.4951	1.0000	NR	1.06	1.02	3.92	Tradicional
57	57	2.2025	1.2500	Arrastre	1.16	0.96	3.64	Deprimida
58	58	1.8669	1.0000	Arrastre	0.55	0.66	4.39	Emergente
59	59	1.8775	1.2281	Arrastre	0.73	0.79	4.58	Emergente
60	60	2.5548	1.0000	Arrastre	0.26	0.48	7.93	Emergente
61	61	1.0000	1.0000	NR	0.39	0.39	1.63	Deprimida

Nota: El análisis de multiplicadores se realiza con base en la MIP_{regionalizada} a partir de la MIP_{nacional} de 2010 y fuentes de información secundaria. El Coeficiente de Localización (CL) y la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) se calcula a partir de los datos de Valor Agregado (VA) publicados por el DANE en Cuentas Nacionales Departamentales (CN) y en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), para un periodo inicial correspondiente al año 2000 y un periodo final correspondiente al año 2012 para las actividades industriales y de 2014 para las demás actividades, según disponibilidad de la información y a precios constantes de 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en las técnicas aplicadas.

Anexo 12. Resultados conglomerados del análisis de multiplicadores, Coeficiente de Localización y Tasa Media de Crecimiento Anual para el departamento de Norte de Santander-Colombia

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
1	1	1.6071	1.0301	Arrastre	1.30	1.70	3.39	Transcendente
2	2	1.1777	2.6951	Impulso	2.05	2.07	2.09	Tradicional
3	3	1.5566	1.9658	Clave	1.00	1.04	2.59	Tradicional
4	4	1.2414	1.1996	NR	0.95	1.07	2.94	Transcendente
5	5	2.8879	1.4952	Arrastre	0.17	0.22	2.94	Emergente
6	6	1.3534	2.8045	Impulso	1.15	1.45	7.74	Transcendente
7	7	1.7544	4.1973	Clave	0.32	0.18	-1.56	Deprimida
8	8	2.5710	1.3936	Arrastre				
9	9	2.5896	2.1774	Clave	0.81	0.82	4.78	Deprimida
10	151	1.0000	1.0000	NR	0.87	0.37	-3.51	Deprimida
11	152	1.0000	1.0000	NR	0.09	0.00	-100.00	Deprimida
12	153	2.0093	1.0000	Arrastre				
13	154	2.0963	1.5061	Arrastre	1.32	2.04	5.43	Transcendente
	155				1.67	0.43	-9.68	Deprimida
14	156	1.0000	1.0000	NR	0.83	0.43	-6.65	Deprimida
15	157	1.0000	1.0000	NR				
16	158	1.0000	1.0000	NR				
18	159	1.0000	1.0000	NR	3.45	0.67	-11.67	Deprimida
19	160	1.0000	1.0000	NR				
20	174	1.0000	1.0000	NR				
21	181	2.0864	0.9299	Arrastre	0.25	0.17	-5.55	Deprimida
22	175	1.0000	1.0000	NR				
23	192	1.0000	1.0000	NR	13.09	7.65	-4.31	Tradicional
24	201-209	1.0000	1.0000	NR		3.80		
25	210	1.0000	1.0100	NR				
26	222	1.6447	1.0000	Arrastre	0.21	0.50	10.27	Emergente
27	231-232	1.0000	1.0000	NR				
28	241-242	1.0000	1.2105	NR				
29	252	1.0000	1.0472	NR	1.28	4.96	7.38	Transcendente
30	269	1.6468	1.9605	Clave	31.88	70.86	5.29	Transcendente
31	281	2.3143	2.0718	Clave	0.45	2.83	26.66	Transcendente
	289				0.95	0.59	-5.72	Deprimida
32	292	1.6621	1.2704	Arrastre		1.10		
33	311-312	1.0000	1.0000	NR				

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
34	341-343	1.0000	1.0145	NR				
35	361	1.9846	1.0309	Arrastre	0.84	0.31	-3.27	Deprimida
17 y 36	369	1.9855	1.1148	Arrastre	3.84	11.84	3.37	Transcendente
37	371-372	1.0000	1.0000	NR				
38	38	1.3301	2.3614	Impulso	1.30	1.34	2.92	Tradicional
39	39	2.2304	1.0579	Arrastre	0.67	0.61	3.48	Deprimida
40	40	2.4974	1.5222	Arrastre	0.90	0.98	2.47	Emergente
41	41	1.8982	3.3531	Clave	0.73	1.57	13.71	Transcendente
42	42	1.9840	2.4424	Clave	0.64	0.58	7.09	Deprimida
43	43	1.6093	3.0642	Clave	1.40	0.83	0.44	Deprimida
44	44	1.8519	1.4460	Arrastre	0.71	0.59	1.68	Deprimida
45	45	1.8632	1.6751	Clave	1.66	1.61	4.06	Tradicional
46	46	1.9410	3.2215	Clave	1.24	1.30	3.66	Tradicional
47	47	1.0000	1.0000	NR				
48	48	1.0000	1.2212	NR	0.54	0.83	9.05	Emergente
49	49	1.8047	1.2230	Arrastre	0.60	0.62	5.75	Deprimida
50	50	1.7354	2.0523	Clave	1.16	1.62	9.32	Transcendente
51	51	1.5343	2.3989	Impulso	0.71	0.72	6.19	Deprimida
52	52	1.2052	1.9017	Impulso	0.99	1.00	2.84	Tradicional
53	53	1.4369	3.2487	Impulso	0.61	0.51	3.08	Deprimida
54	54	1.6692	1.0000	Arrastre	1.32	1.31	3.22	Tradicional
55	55	1.4343	1.0000	NR	0.77	0.79	1.34	Deprimida
56	56	1.3105	1.0000	NR	2.07	2.00	3.81	Tradicional
57	57	2.3885	2.2169	Clave	1.31	1.82	7.45	Transcendente
58	58	1.6831	1.0145	Arrastre	0.91	1.01	3.65	Transcendente
59	59	1.7122	1.9774	Clave	1.30	1.81	6.35	Transcendente
60	60	2.2346	1.0000	Arrastre	1.10	1.01	2.63	Tradicional
61	61	1.0000	1.0000	NR	0.56	0.59	1.87	Emergente

Nota: El análisis de multiplicadores se realiza con base en la MIP_{regionalizada} a partir de la MIP_{nacional} de 2010 y fuentes de información secundaria. El Coeficiente de Localización (CL) y la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) se calcula a partir de los datos de Valor Agregado (VA) publicados por el DANE en Cuentas Nacionales Departamentales (CN) y en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), para un periodo inicial correspondiente al año 2000 y un periodo final correspondiente al año 2012 para las actividades industriales y de 2014 para las demás actividades, según disponibilidad de la información y a precios constantes de 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en las técnicas aplicadas.

Anexo 13. Resultados conglomerados del análisis de multiplicadores, Coeficiente de Localización y Tasa Media de Crecimiento Anual para el departamento de Santander-Colombia

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
1	1	1.2518	1.0134	NR	0.85	0.83	2.47	Emergente
2	2	1.0687	1.7001	Impulso	1.18	0.98	1.94	Deprimida
3	3	1.3619	1.5524	Impulso	1.01	1.15	4.47	Transcendente
4	4	1.1688	1.0309	NR	0.47	0.62	5.31	Emergente
5	5	1.4122	1.0309	NR	0.45	0.56	3.89	Emergente
6	6	1.4601	1.0000	NR	0.03	0.02	5.08	Deprimida
7	7	1.0000	1.0101	NR	0.51	0.97	8.85	Emergente
8	8	2.2572	3.3125	Clave		0.02		
9	9	1.6202	1.4787	Clave	0.92	1.87	11.58	Transcendente
10	151	1.0000	1.0934	NR	1.26	1.25	10.86	Transcendente
11	152	1.0000	1.1127	NR	0.33	0.23	1.33	Emergente
12	153	1.7051	1.0000	Arrastre	0.23	0.18	5.88	Emergente
13	154	2.0662	1.3369	Arrastre	0.96	0.52	3.42	Deprimida
	155				0.37	0.19	2.65	Deprimida
14	156	1.0000	1.0112	NR	0.41	0.25	1.39	Deprimida
15	157	1.0000	1.0000	NR				
16	158	1.0000	1.0000	NR	0.24	0.04	-5.60	Deprimida
18	159	1.0000	1.0671	NR	0.73	0.63	7.10	Emergente
19	160	1.0000	1.0000	NR	0.11		-100.00	Deprimida
20	174	1.0000	1.2741	NR	0.70	0.56	2.73	Emergente
21	181	1.6305	1.0203	Arrastre	0.37	0.12	-5.09	Deprimida
22	175	1.0000	1.0000	NR				
23	192	1.0000	1.0000	NR	0.48	0.25	1.39	Deprimida
	193				0.51	0.10	-7.90	Deprimida
24	201	1.0000	1.0106	NR	0.19	0.10	3.30	Deprimida
	202					0.05		
25	210	1.0000	1.0101	NR	0.02	0.00	-100.00	Deprimida
26	221	1.4236	1.0101	NR	0.33	0.21	2.54	Deprimida
	222				0.06	0.07	11.08	Emergente
27	232	1.0000	7.5265	Impulso	9.26	5.20	8.53	Tradicional
28	241	2.2824	1.0536	Arrastre	0.03	0.34	32.54	Emergente
	242				0.02	0.02	5.26	Emergente
29	251	1.0000	1.1242	NR		0.50	6.90	
	252				0.72	1.47	8.94	Transcendente

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	M. Arrastre	M. Impulso	Clasificación	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
30	261	1.9651	1.2223	Arrastre		0.04		
	269				1.25	1.43	6.72	Transcendente
31	271	2.2640	1.6179	Clave	0.02	0.01	-3.72	Deprimida
	281				0.42	0.29	12.90	Emergente
	289				0.04	0.05	7.98	Emergente
32	291	1.8294	1.4602	Arrastre	0.79	0.29	0.12	Deprimida
	292				1.39	0.62	4.92	Deprimida
33	311-312	1.0000	1.0114	NR				
34	341	2.2170	1.0406	Arrastre	0.19	0.38	20.65	Emergente
	342					0.64		
35	361	1.7126	1.0636	Arrastre	0.41	0.22	7.04	Deprimida
17 y 36	369	1.9474	1.0767	Arrastre	0.25	1.16	14.34	Transcendente
37	371-372	1.0000	1.0000	NR				
38	38	1.8967	1.5895	Clave	0.62	0.70	4.81	Emergente
39	39	2.1955	1.0112	Arrastre	1.21	0.67	1.15	Deprimida
40	40	1.5609	1.0000	Arrastre	0.75	0.77	3.22	Emergente
41	41	1.3274	2.1079	Impulso	0.84	1.27	12.27	Transcendente
42	42	1.9568	7.3411	Clave	2.42	2.93	10.74	Transcendente
43	43	1.5382	1.8312	Clave	0.88	0.80	4.85	Emergente
44	44	1.6413	1.5091	Clave	0.93	0.84	3.61	Emergente
45	45	1.6844	1.1178	Arrastre	0.79	0.65	4.10	Deprimida
46	46	1.6331	1.7694	Clave	0.94	1.27	6.85	Transcendente
47	47	1.8479	1.0753	Arrastre	2.19	3.19	4.18	Transcendente
48	48	1.0000	1.0332	NR	0.29	0.34	8.30	Emergente
49	49	1.7173	1.3946	Arrastre	0.69	0.87	8.63	Emergente
50	50	1.7102	1.2951	Arrastre	0.94	0.84	7.27	Emergente
51	51	1.4473	1.4933	Impulso	0.58	0.49	6.26	Deprimida
52	52	1.1470	1.3487	NR	0.92	0.81	3.15	Deprimida
53	53	1.3046	3.5844	Impulso	0.75	0.65	4.68	Deprimida
54	54	1.7093	1.0000	Arrastre	0.72	0.57	2.82	Deprimida
55	55	1.3324	1.0000	NR	0.71	0.61	1.37	Deprimida
56	56	1.2402	1.0000	NR	0.84	0.72	4.18	Deprimida
57	57	1.9217	1.1364	Arrastre	0.87	0.70	4.54	Deprimida
58	58	1.7114	1.0000	Arrastre	0.74	0.72	3.94	Emergente
59	59	1.5879	1.0891	Arrastre	0.67	0.52	3.31	Deprimida
60	60	2.2440	1.0000	Arrastre	0.94	0.91	4.27	Emergente
61	61	1.0000	1.0000	NR	0.95	1.01	3.17	Transcendente

Nota: El análisis de multiplicadores se realiza con base en la MIP^{regionalizada} a partir de la MIP^{nacional} de 2010 y fuentes de información secundaria. El Coeficiente de Localización (CL) y la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) se calcula a partir de los datos de Valor Agregado (VA) publicados por el DANE en Cuentas Nacionales Departamentales (CN) y en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), para un periodo inicial correspondiente al año 2000 y un periodo final correspondiente al año 2012 para las actividades industriales y de 2014 para las demás actividades, según disponibilidad de la información y a precios constantes de 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en las técnicas aplicadas.

Anexo 14. Resultados conglomerados del análisis de multiplicadores, Coeficiente de Localización y Tasa Media de Crecimiento Anual para el departamento de Meta-Colombia

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
1	1	0.17	0.08	1.89	Emergente
2	2	1.95	1.49	6.14	Transcendente
3	3	1.80	1.27	5.85	Transcendente
4	4	0.24	0.16	5.08	Emergente
5	5	1.70	0.56	-0.95	Deprimida
6	6				
7	7	4.19	10.23	16.04	Transcendente
8	8				
9	9	0.21	0.56	19.24	Emergente
10	151				
11	152	11.05	9.83	-1.15	Tradicional
12	153		0.15		
13	154	5.24	11.65	11.29	Transcendente
	155		0.16		
14	156				
15	157				
16	158				
18	159	3.64	0.28	-16.34	Deprimida
19	160				
20	174				
21	181				
22	175				
23	192-193				
24	201-209				
25	210				
26	221-223				
27	231-232				
28	241-242				
29	251-252				
30	269	1.07	3.86	12.28	Transcendente
31	271-272				
	281-289				
32	292	2.14		-100.00	Deprimida
33	311-312				
34	341-343				
35	361	15.85	71.48	9.27	Transcendente

Continúa...

Cód. MIP	Cód. CN y EAM	CL-C 2000	CL-C 2014	TMCA %	Clasificación
17 y 36	369				
37	371-372				
38	38	0.46	0.34	6.57	Emergente
39	39	1.41	0.53	3.01	Deprimida
40	40	0.35	0.18	3.10	Emergente
41	41	0.52	0.50	13.89	Emergente
42	42	1.18	1.18	14.51	Transcendente
43	43	1.04	0.36	2.51	Deprimida
44	44	0.75	0.29	2.31	Deprimida
45	45	0.78	0.41	5.64	Emergente
46	46	1.03	0.48	3.75	Emergente
47	47	0.75	0.64	5.08	Emergente
48	48	0.73	0.22	2.94	Deprimida
49	49	1.44	1.18	10.45	Transcendente
50	50	0.71	0.42	9.18	Emergente
51	51	0.39	0.23	8.37	Emergente
52	52	0.38	0.19	3.65	Emergente
53	53	0.53	0.27	5.58	Emergente
54	54	1.11	0.57	4.48	Emergente
55	55	0.42	0.21	2.13	Emergente
56	56	0.84	0.45	5.64	Emergente
57	57	0.85	0.43	5.98	Emergente
58	58	0.36	0.19	4.36	Emergente
59	59	0.61	0.27	3.92	Deprimida
60	60	1.60	0.75	3.77	Emergente
61	61	0.36	0.18	2.58	Emergente

Nota: El análisis de multiplicadores se realiza con base en la MIP_{regionalizada} a partir de la MIP_{nacional} de 2010 y fuentes de información secundaria. El Coeficiente de Localización (CL) y la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) se calcula a partir de los datos de Valor Agregado (VA) publicados por el DANE en Cuentas Nacionales Departamentales (CN) y en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), para un periodo inicial correspondiente al año 2000 y un periodo final correspondiente al año 2012 para las actividades industriales y de 2014 para las demás actividades, según disponibilidad de la información y a precios constantes de 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en las técnicas aplicadas.

Anexo 15. Método alternativo para hallar los multiplicadores de impulso: Modelo de Ghosh

Duarte et al. (2011), Soza (2007), Robles y SanJuán (2005), y Dietzenbacher (1997), aseguran que dentro de la comunidad académica existe consenso al definir los multiplicadores de “arrastre” a partir de los coeficientes técnicos que reflejan la estructura tecnológica de la economía. Sin embargo, argumentan que los multiplicadores de “impulso” serían mejor definidos a partir del denominado modelo de oferta o modelos de precios o también llamado modelo insumo-producto de impulso por oferta (supply-driven) de Ghosh.

El argumento del por qué los multiplicadores de impulso son definidos de mejor forma a partir del modelo de oferta de Ghosh, radica en que al estimarlos bajo el modelo de Leontief los multiplicadores quedarían sujetos al supuesto de crecimiento idéntico de la demanda final para cada una de las ramas (Robles & SanJuán, 2005). Por otro lado, Dietzenbacher (1997) argumenta que el MIP impulsado por la oferta calcula el cambio en crecimiento del producto de cada rama de actividad dado cambios en los precios, con especial énfasis en cambios en los precios de los insumos de factores primarios. Dietzenbacher (1997) hace énfasis en que el modelo se debe interpretar vía precios, asumiendo asignación fija del producto, en otras palabras, el modelo no es posible interpretarlo en términos de cantidades, por ejemplo, cuando el valor agregado en la j -ésima rama aumenta en una unidad, todos los precios de los insumos primarios aumentan, dando paso al aumento en el valor de los productos, y por ende del producto; pero las cantidades permanecen fijas.

El proceso para calcular los multiplicadores de “impulso” a partir del modelo de Ghosh es similar al proceso por medio del modelo de Leontief, la única diferencia radica en el cálculo de los coeficientes técnicos, que en el modelo de Ghosh son más conocidos como los coeficientes de distribución. Los nuevos coeficientes se calculan de la siguiente forma:

$$b_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad \text{con} \quad 1 \leq i \leq n \quad \text{y} \quad 1 \leq j \leq n \quad (44)$$

La diferencia es que en vez de dividir los flujos intersectoriales entre el nivel de producto, se dividen entre el valor de la producción.

Según Duarte et al. (2011), los impulsos hallados a través de la inversa de Ghosh dan información para cada rama por unidad de ingresos generado de su capacidad para distribuir dicho ingreso entre los sectores de la economía.