CEDE
Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico

El cambio estructural y las exportaciones en la economía colombiana (2005-2015)

Santiago Barbosa Naranjo

Documento CEDE

Estudiantes

#53

Octubre de 2021

Universidad de los Andes Colombia | Facultad de Economía

Serie Documentos Cede, 2021-53 ISSN 1657-7191 Edición electrónica. Octubre de 2021

© 2021, Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE. Calle 19A No. 1 – 37 Este, Bloque W. Bogotá, D. C., Colombia Teléfonos: 3394949- 3394999, extensiones 2400, 2049, 2467

infocede@uniandes.edu.co
http://economia.uniandes.edu.co

Impreso en Colombia – Printed in Colombia

La serie de Documentos de Trabajo CEDE se circula con propósitos de discusión y divulgación. Los artículos no han sido evaluados por pares ni sujetos a ningún tipo de evaluación formal por parte del equipo de trabajo del CEDE. El contenido de la presente publicación se encuentra protegido por las normas internacionales y nacionales vigentes sobre propiedad intelectual, por tanto su utilización, reproducción, comunicación pública, transformación, distribución, alquiler, préstamo público e importación, total o parcial, en todo o en parte, en formato impreso, digital o en cualquier formato conocido o por conocer, se encuentran prohibidos, y sólo serán lícitos en la medida en que se cuente con la autorización previa y expresa por escrito del autor o titular. Las limitaciones y excepciones al Derecho de Autor, sólo serán aplicables en la medida en que se den dentro de los denominados Usos Honrados (Fair use), estén previa y expresamente establecidas, no causen un grave e injustificado perjuicio a los intereses legítimos del autor o titular, y no atenten contra la normal explotación de la obra.

Universidad de los Andes | Vigilada Mineducación Reconocimiento como Universidad: Decreto 1297 del 30 de mayo de 1964. Reconocimiento personería jurídica: Resolución 28 del 23 de febrero de 1949 Minjusticia.

CEDE
Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico

Documento CEDE

Estudiantes

Descripción: los documentos CEDE-Estudiantes contienen los resultados de las tesis de maestría (PEG o MEcA) de los estudiantes de la Facultad que se consideran merecedoras de este honor. Son seleccionados extraordinariamente por postulación de al menos un profesor de planta de la Facultad; pueden ser tenidos en cuenta también trabajos de estudiantes de pregrado.

Universidad de los Andes Colombia | Facultad de Economía

El cambio estructural y las exportaciones en la economía colombiana (2005-2015)*

Autor: Santiago Barbosa Naranjo**

Resumen

Este documento presenta evidencia sobre los determinantes del crecimiento económico de los sectores mas relevantes en Colombia para el periodo 2005-2015. Se emplea una metodología de análisis de descomposición estructural la cual permite explicar los cambios en los niveles de producción a través de tres canales diferentes: el cambio tecnológico, la sustitución de materias intermedias y la demanda agregada, donde se encuentran las exportaciones. Se aborda de forma específica un análisis de la demanda externa dada por las exportaciones del país para entender la relevancia de este factor en los cambios de producción. Entre los principales resultados encontramos que (i) no hay cambios tecnológicos importantes a nivel agregado, sin embargo, hay sectores específicos dentro del sector agroindustrial y el intensivo en alta tecnología que en este rubro presentan mejoras importantes y (ii) que la mayoría de los incrementos en producción se dan como resultado de incrementos en la demanda final a través del consumo y las exportaciones.

Palabras Clave: cambio estructural, cambio técnico, demanda agregada, exportaciones, crecimiento

Clasificación JEL: O11, O14, L16, R22, O40

---

*Tesis de grado de maestría en economía en Universidad de los Andes de Colombia.

**Asesor en la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación (DNP). Correo electrónico: s.barbosa10@uniandes.edu.co. Agradezco el apoyo por parte de Gabriel Piraquive Galeano y Gustavo Adolfo Hernandez Diaz, la asesoría prestada por Hernando Zuleta Gonzalez y los comentarios de los jurados Andres Álvarez y Gustavo Junca. Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresadas en el artículo son exclusivamente del autor y no representan necesariamente la postura de la Universidad de los Andes o del Departamento Nacional de Planeación

Structural Change and Exports in the Colombian Economy (2005-2015)*

Author: Santiago Barbosa Naranjo†

Abstract

This document presents evidence on the determinants of economic growth in the most relevant sectors in Colombia for the period 2005-2015. A structural decomposition analysis methodology is used which makes it possible to explain changes in production levels through three different channels: technological change, substitution of intermediate materials and aggregate demand, where exports are found. An analysis of the external demand given by the country's exports is specifically addressed to understand the relevance of this factor in production changes. Among the main results, we find that (i) there are no important technological changes at the aggregate level, however, there are specific sectors within the agroindustrial sector and the high-technology intensive sector that present important improvements in this area and (ii) that most of the Increases in production are the result of increases in final demand through consumption and exports.

Key Words: structural change, technical change, aggregate demand, exports, growth

JEL classification: O11, O14, L16, R22, O40

*Master's degree thesis in economics at Universidad de los Andes of Colombia

†Advisor in the Directorate of Economic Studies of the National Planning Department. Email: s.barbosa10@uniandes.edu.co. I am grateful for the support from Gabriel Piraquive Galeano and Gustavo Adolfo Hernandez Diaz, the advice provided by Hernando Zuleta Gonzalez and the comments of the jurors Andres Álvarez and Gustavo Junca. The results, interpretations and conclusions expressed in the article are exclusively those of the author and do not necessarily represent the position of the Universidad de los Andes or the National Planning Department

1. Introducción

En la primera década del siglo XXI, Colombia presentó un incremento promedio anual del PIB del 4,0 % lo cual indica que ha sido una economía con un dinamismo importante. En el periodo mencionado, los sectores que mas han contribuido a este crecimiento (teniendo en cuenta la participación dentro del total) son: la construcción, el comercio, el de transporte y el financiero entre otros, con crecimientos de 7,8 %, 4,4 %, 5,7 % y 4,2 %, respectivamente. A partir del año 2010 el sector más importante (dado por su participación) comenzó a ser el financiero (30,7 %) seguido por el sector comercio (14,8 %) y la construcción (12,2 %). Llama la atención que, en este periodo, sectores de alta relevancia en la economía colombiana, como la agricultura y la industria han presentado crecimientos promedio desde el 2001 de 2,5 % y 2,7 %, lo cual invita a pensar que es lo que está ocurriendo dentro de estos sectores que les impide aportar más al crecimiento de la economía colombiana.
Esta información indica que, en el periodo de tiempo estudiado, el motor de la economía colombiana ha sido, en cuanto a los bienes transables, la minería y en cuanto a los no transables, ha sido la construcción y los servicios financieros. En el otro extremo, se encuentra que la participación del sector manufacturero y agrícola, ha perdido relevancia.
Cabe resaltar que, bajo esta aproximación, no se tienen en cuenta los encadenamientos en el cálculo de la contribución de un sector al PIB. Hay dos tipos de encadenamientos:

- **Encadenamientos hacia atrás:** También se llaman sectores de arrastre ya que son sectores que a partir de la demanda de insumos a otros sectores, generan crecimiento en los sectores en cuestión. A partir de esto, el desempeño del sector de arrastre es fundamental para el desempeño de los sectores a los que les compra.
- **Encadenamientos hacia adelante:** Se consideran también sectores impulsores ya que estamos considerando los sectores que ofertan bienes y servicios a otros sectores para producir sus propios bienes. Son sectores fundamentales en la economía ya que permiten que los insumos no deban ser importados en altos volúmenes.

Una de las contribuciones centrales de este artículo es incorporar las contribuciones indirectas de cada sector para complementar el cálculo del PIB.
A partir de este ejercicio se realiza un análisis de descomposición estructural el cual nos permite entender como se ha dado el cambio en producción en un sector en tres rubros, que son:

- Cambio tecnológico: Como los cálculos se hacen a partir de los cambios en la matriz de Leontief, el efecto de cambio tecnológico muestra como los encadenamientos entre sectores cambian (se fortalecen o se debilitan).
- Sustitución de insumos intermedios: Es un calculo que se realiza a partir de la matriz de bienes importados de la economía; con este se busca calcular cambios

en la distribución de los bienes intermedios en la producción de bienes finales, entre los nacionales y los importados

- Cambios en la demanda agregada: Explica que parte de los cambios en la producción de los bienes proviene de cambios en la demanda final, la cual se compone por:
  - La expansión del consumo
  - La expansión de la inversión
  - La expansión del gasto público
  - Variación en las existencias
  - Expansión de las exportaciones

Dentro de este ejercicio se debe tener en cuenta que cuando se habla de cambio estructural, se hace referencia a cambios notables en la estructura fundamental de producción de un sector que pueden perdurar en el largo plazo, como pueden ser cambios a nivel tecnológicos importantes. El objetivo de realizar esta descomposición es identificar la contribución de la demanda interna y externa al crecimiento de la producción de los sectores.

De este modo, podemos entender porque los sectores mencionados han liderado el crecimiento económico del país, sobre que sustentan su crecimiento y porque aquellos que son importantes para nuestra economía presentan crecimientos relativamente bajos y no presentan cambios significativos en la demanda.

Históricamente la economía colombiana ha reaccionado fuertemente a los cambios que se han presentado en el mercado internacional bien sean choques de demanda agregada o cambios en el tipo de cambio frente a las dinámicas promedio que se han presentado entre el periodo comprendido entre 2001-2017, por lo tanto, podríamos decir que los sectores productivos claves de la economía dependen fuertemente del mercado exportador. Por esta razón, a través de un análisis de cambio estructural en los sectores claves de la economía se busca demostrar que los cambios en los niveles de producción en el país se deben a cambios en la demanda final y no a sustitución en los insumos intermedios para la producción o a cambios tecnológicos en la producción. Cuando nos remitimos al sector exportador colombiano, encontramos que entre 2005 y 2015 el crecimiento de las exportaciones fue de 8,0 % en promedio, donde la participación de las exportaciones de bienes tradicionales ha representado cerca del 67,3 % con un crecimiento promedio de 14,4 %, siendo fundamentales las exportaciones de petroleo, carbón y café.

Teniendo estos datos, resulta importante poder identificar en una primera instancia que proceso ha tenido la industria en Colombia, hay evidencia de que se esta dando un proceso de desindustrialización en el país, como lo mencionan Clavijo et al. (2012) es un proceso que se viene dando a raíz de la alta dependencia de las exportaciones tradicionales, particularmente por el papel que juegan el petroleo y el carbón,

adicionalmente Carranza and Moreno (2013) destaca que este proceso de desindustrialización se ha dado por la desintegración vertical que se ha presentado en la cadena de producción industrial la cual ha causado un descenso de la participación del valor agregado industrial en el valor total de la cadena productiva.

Por estos motivos, en este documento, se realiza una primera estimación para Colombia de cambio estructural de la producción nacional y una descomposición de la relevancia de la demanda final de los 61 sectores de la economía, que nos permita entender si el crecimiento económico que hemos observado, ha sido explicado por las exportaciones, lo cual podría motivar una discusión de política, sobre como ser competitivos a nivel de productos agrícolas o productos industriales y seguiríamos dependiendo de la volatilidad de los precios de los çommodities", lo cual no es algo deseable, ya que al analizar la dinámica de la economía mundial, se esta incentivando a hacer una transición hacia economías mas amigables con el medio ambiente, lo cual se traduce en una menor compra de los bienes que mas exportamos.

Por lo mencionado anteriormente, el ejercicio que se realiza en este articulo es importante, para ver que dinámicas se pueden mejorar dentro de los sectores que son importantes o que podrían volverse importantes para el crecimiento de la economía. Esta es una discusión que se ha dado, pero la evidencia que dará este ejercicio, permitirá justificar la necesidad de tener una transición en la dependencia de los commodities a que una economía donde se puedan potenciar los sectores agrícolas, agroindustriales e industriales y que el crecimiento económico este dado por factores mas autónomos, como el cambio técnico, expansión en el consumo o en la inversión.

Lo que los resultados que se van a presentar mas adelante nos arrojan, indican que a nivel de encadenamientos, se encuentran pocos sectores claves, se hace un análisis particular que el caso del sector agrícola, y se observa que los encadenamientos son bajos y presentan baja movilidad desde el 2005 hasta el 2015. También encontramos en una primera estimación de la descomposición estructural para Colombia, que el crecimiento en la producción está explicado en su mayoría por la demanda final de la economía, donde se encuentra la inversión, el consumo de los hogares, el gasto del gobierno, las existencias y las exportaciones, lo cual nos invita a estudiar este componente a profundidad para encontrar cual es el motor del crecimiento de la economía colombiana.

Dentro de este documento hay 6 secciones las cuales hay una que corresponde a la introducción, en la cual se encuentran hechos estilizados del crecimiento económico y la dinámica del sector exportador de Colombia, una que contienen la revisión de literatura realizada para fundamentar este trabajo, el marco teórico que estructura el ejercicio, encontramos también una con la metodología y la descripción de los datos a utilizar, una sección que contiene los primeros resultados que arroja este ejercicio y finalmente las conclusiones que se obtienen tras los ejercicios de encadenamientos, del análisis de descomposición estructural y de la descomposición de la demanda final.

2. Revisión de literatura

Este trabajo esta relacionado con dos grandes vertientes de la literatura económica correspondientes al análisis de encadenamientos intersectoriales y el análisis de descomposición de cambio estructural.

La primera metodología utilizada proviene del documento "International Comparisons of the Structure of Production" presentado por Chenery and Watanabe (1958), la cual consiste en un análisis de las interacciones inmediatas entre los sectores productivos de la economía para Estados Unidos, Japón, Noruega e Italia. Esta metodología nos permite analizar cómo se encuentran relacionados en una primera instancia los sectores productivos de la economía para entender que tantos caminos pueden tomar los encadenamientos y con base en estos, identificar la naturaleza del sector.

La segunda metodología es la propuesta por Rasmussen (1957), dentro de este documento se propone que las relaciones que se tienen dentro de los sectores no solo se tienen en cuenta si son directas; las que son indirectas también son relevantes y de este modo se hace una clasificación del nivel y tipo de encadenamiento de cada sector sin tener en cuenta como es la relación real de cada uno de los sectores indirectos. Este ejercicio es útil para comenzar a entender cuáles sectores tienen alta relevancia y profundidad dentro de los sectores productivos en Colombia, sin embargo, no tiene en cuenta que tan relevante es en realidad cada encadenamiento. La solución para este inconveniente la encontramos en Dietzenbacher (1992) donde el autor plantea una metodología en la cual, a través del valor propio relevante de cada sector dentro de la matriz, se construye el vector propio para este sector de forma tal que se pueden ponderar los diferentes sectores con los que el sector tiene encadenamientos tanto directos e indirectos, con este ejercicio en particular podremos tener un acercamiento sólido, comparando con los resultados obtenidos de los dos documentos mencionados anteriormente que nos permitirá clasificar de la forma mas exacta posible nuestros sectores en bajo encadenamiento, fuerte hacia adelante, fuertes hacia atrás y sectores claves. Esta clasificación nos va a permitir determinar cuáles sectores serán relevantes para nuestro análisis de cambio estructural.

En la segunda sección de este documento se trabajará un análisis de descomposición estructural, la motivación para realizar este ejercicio proviene del documento propuesto por De Figueiredo and Oliveira (2016) para analizar el cambio estructural en la economía brasileña, es un ejercicio en el cual se encuentra que la demanda final juega un papel importante en los cambios productivos de la industria a través de diferentes canales como el empleo, el valor agregado y la producción total.

Después de la motivación presentada por el documento mencionado anteriormente, es necesario encontrar la metodología con la cual se debe manejar la información que se tiene, por lo cual nos remitimos a las dos formas en las que se realizan los análisis de descomposición estructural; la primera es propuesta por Miller and Blair (2009) donde plantean que los cambios en producción dependen estrictamente de dos rubros, el cambio tecnológico y la demanda final. Este cálculo se realiza a través de un modelo de

dos periodos de tiempos el cual analiza los requerimientos directos e indirectos para la producción de un bien. Sin embargo, existe una metodología más reciente presentada por Magacho et al. (2018) donde a través de un modelo similar al presentado anteriormente se realiza la descomposición estructural en 3 rubros: cambio tecnológico, sustitución de insumos intermedios y demanda final, metodológicamente es el ejercicio que fundamenta esta tesis.

Frente a la descomposición que se presenta anteriormente, se realiza una descomposición adicional en el rubro correspondiente a la demanda final según la metodología propuesta en el documento de Schuschny (2005) donde realiza una descomposición adicional de los 3 sectores mencionados anteriormente, de este ejercicio se obtiene la metodología para calcular la relevancia que tuvieron las exportaciones en el crecimiento económico del país en el periodo 2009-2015. El ejercicio que más se asemeja al propuesto en este documento es el realizado por Hernández et al. (2020) donde se realiza un ejercicio metodológicamente similar hasta la descomposición de 3 rubros con el cual se busca explicar cómo la sustitución entre insumos domésticos e importados afecta la producción bruta de los sectores analizados.

En esta tesis, se realiza un ejercicio metodológicamente similar en la parte introductoria, sin embargo, el canal de transmisión es diferente por lo cual se presenta la primera evidencia concreta utilizando el método de descomposición estructural para Colombia de como las exportaciones son las que han generado crecimiento económico y como la mayoría de los sectores no han presentado cambios técnicos relevantes, la cual permite obtener resultados diferentes, puesto que permite analizar las fortalezas, debilidades y vulnerabilidades de los sectores frente a la demanda del sector externo, entendido como las exportaciones y frente a la demanda interna, entendida como el consumo, con lo cual se puede entender como podrían reaccionar los sectores ante choques de demanda internos o externos, como los que se presentaron en la pandemia generada por la aparición del COVID-19. Se encontrarán también otros resultados en el margen sobre como los sectores que consideramos relevantes para la economía tienen bajos niveles de encadenamientos y abrirá la discusión a como estos bajos niveles de encadenamientos hacen que los productos colombianos no tengan facilidad para incursionar en el mercado internacional y se analizan casos específicos de los sectores mas relevantes al interior de las agrupaciones económicas para entender sus dinámicas.

3. Marco Teórico

3.1. Encadenamientos y sectores claves

Para la primera parte de este ejercicio, se realizara un trabajo de clasificación de los sectores a través de sus niveles de encadenamiento y de si son o no sectores clave. El modelo que fundamenta este ejercicio es uno basado en la demanda, donde se asume que el producto de un país es determinado por la demanda final y que no

hay restricciones en los niveles de producción, donde la demanda final esta constituida por los gastos en consumo por parte del gobierno y los hogares, la inversión y las exportaciones, la que se caracteriza como la identidad macroeconómica.
Antes de comenzar con la definición formal del modelo que fundamenta esta tesis, es importante tener en cuenta que un encadenamiento es aquel en el cual se incluyen todos los actores económicos asociados en la cadena de valor de un producto, cuando hay mucha interacción, se obtienen beneficios conjuntos que permiten aumentar los niveles de competitividad. Este modelo es el insumo-producto de Leontief el cual se escribe de la siguiente forma:

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{y} \tag{1}$$

donde $\boldsymbol{x}$ es el vector de producción total bruta, $\boldsymbol{A}$ es la matriz de coeficientes técnicos, donde cada elemento $(a_{i,j})$ es la cantidad de insumos que cada sector requiere para producir una unidad de producto, finalmente $\boldsymbol{y}$ es el vector de la demanda final. Para la elaboración y clasificación de los sectores, según su nivel de encadenamiento, necesitamos construir dos matrices, desde dos enfoques diferentes, el de Leontief y el de Ghosh, las cuales serán relacionadas en la siguiente tabla. En esencia, estos modelos llegan a lo mismo, sin embargo, el modelo propuesto de Leontief hace un análisis desde la demanda, mientras que el de Ghosh, hace un análisis desde la oferta.

Cuadro 1: Matrices a utilizar

Modelo de Leontief	Coeficientes técnicos	$\mathbf{A} = \mathbf{X}\hat{\mathbf{x}}^{-1}$
	Inversa de Leontief	$\mathbf{M} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$
Modelo de Ghosh	Matriz de Ghosh	$\mathbf{B} = \hat{\mathbf{x}}^{-1}\mathbf{X}$
	Inversa de Ghosh	$\mathbf{G} = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}$

Adaptado de Miller y Blair (2009)

Los encadenamientos usados, son los de Rasmussen (1957), que capturan los encadenamientos directos e indirectos en una economía. La suma de las columnas de la inversa de Leontief, miden los encadenamientos hacia atrás, mientras que se puede definir los encadenamientos hacia adelante como la suma de las filas de la inversa de Gosh. Una normalización de estos encadenamientos es hecha para encontrar los sectores clave de la economía de la siguiente forma.

Cuadro 2: Normalización de los encadenamientos

	Encadenamientos atrás	Encadenamientos adelante
Rasmussen	$n\mathbf{e}^\top\mathbf{M}/\mathbf{e}^\top\mathbf{Me}$	$n\mathbf{Ge}/\mathbf{e}^\top\mathbf{Ge}$
Dietzenbacher	$n\mathbf{u}^\top/\mathbf{u}^\top\mathbf{e}$	$n\mathbf{z}^\top/\mathbf{e}^\top\mathbf{z}$

Donde $\boldsymbol{u}$ corresponde al vector propio asociado a valor propio dominante de la matriz $\boldsymbol{A}$, y $\boldsymbol{z}$ es el vector propio asociado al valor propio dominante de la matriz $\boldsymbol{B}$ y $\boldsymbol{n}$ corresponde al numero de sectores totales dentro del análisis.
De esta forma, a partir de las matrices de Leontief y de Ghosh, podemos calcular los niveles de encadenamiento de los sectores en niveles de forma tal que nos permitan caracterizar y clasificar a los sectores en 4 grupos que se presentan mas adelante. Dietzenbacher (1992) muestra que el procedimiento de vectores propios es superior en comparación con los procedimientos clásicos como Chenery and Watanabe (1958) y Rasmussen (1957), ya que según este método puede encontrar estimaciones más robustas de los encadenamientos y es capaz de detectar cambios estructurales. Dietzenbacher (1992) mostró que el encadenamiento hacia atrás es el resultado del procedimiento que converge al vector propio a la izquierda de la matriz A, el cual se denota u. Si denotamos z el vector propio por derecha de la matriz B tenemos los encadenamientos hacia adelante. Hirschman (1958) propone que los sectores clave (SC) presentan altos niveles de encadenamiento tanto hacia atrás como hacia adelante lo cual nos lleva a que los demás sectores de la economía se clasificquen como, sectores de encadenamientos encadenamientos débiles (ED), de encadenamientos fuertes hacia atrás (EF-AT) o fuertes hacia adelantes (EF-AD). La caracterización se da de acuerdo con los criterios presentados en la tabla 3.

Cuadro 3: Clasificación de los encadenamientos

		Encadenamiento hacia adelante	
		Bajo (< 1)	Alto (>1)
Encadenamiento hacia atrás	Bajo (< 1)	Encadenamiento Débil (ED)	Fuerte hacia adelante (EF-AD)
	Alto (> 1)	Fuerte hacia atrás (EF-AT)	Sector Clave (SC)

Adaptado de Miller y Blair (2009)

3.2. Análisis de Descomposición Estructural

El Análisis de Descomposición Estructural propuesto por Miller and Blair (2009) especifica que los cambios en la producción total depende de los cambios en la demanda final y en el consumo intermedio. Sin embargo, los cambios en consumo intermedio, a través de un cambio en el calculo, se puede dividir en cambios tecnológicos y en la substitución de insumos importados como lo muestran Magacho et al. (2018)

Para este ejercicio se considera un modelo básico de Leontief con dos periodos (0 y 1) donde la producción bruta ($\mathbf{x}$) de un año es la siguiente:

$$\mathbf{x}^0 = \mathbf{M}^0\mathbf{y}^0 \tag{2}$$

$$\mathbf{x}^1 = \mathbf{M}^1\mathbf{y}^1 \tag{3}$$

Donde $\mathbf{M}$ es la matriz de requerimientos directos e indirectos para producir una unidad de un producto (Matriz de Leontief) y $\mathbf{y}$ es el vector de demanda final.
El cambio observado en la producción bruta de un país es:

$$\Delta\mathbf{x} = \mathbf{x}^1 - \mathbf{x}^0 = \mathbf{M}^1\mathbf{y}^1 - \mathbf{M}^0\mathbf{y}^0 \tag{4}$$

Esta ecuación se reescribe con el fin de descomponer los cambios en $\mathbf{M}$ y $\mathbf{y}$, y sus efectos en Δ $\mathbf{x}$.

La ecuación (4) puede ser organizada de dos formas diferentes:

$$\Delta\mathbf{x} = \mathbf{M}^1\left(\mathbf{y}^0 + \Delta\mathbf{y}\right) - \left(\mathbf{M}^1 - \Delta\mathbf{M}\right)\mathbf{y}^0 = \Delta\mathbf{M}\mathbf{y}^0 + \mathbf{M}^1\Delta\mathbf{y} \tag{5}$$

$$\Delta\mathbf{x} = \left(\mathbf{M}^0 + \Delta\mathbf{M}\right)\mathbf{y}^1 - \mathbf{M}^0\left(\mathbf{y}^1 - \Delta\mathbf{y}\right) = \Delta\mathbf{M}\mathbf{y}^1 + \mathbf{M}^0\Delta\mathbf{y} \tag{6}$$

Las dos expresiones descomponen el cambio en producción en cambio tecnológico ($\Delta\mathbf{M}$) y otros cambios en la demanda final ($\Delta\mathbf{y}$)

De acuerdo con Dietzenbacher and Los (1998), debemos sumar (5) y (6)

$$2\Delta\mathbf{x} = \Delta\mathbf{M}\mathbf{y}^0 + \mathbf{M}^1\Delta\mathbf{y} + \Delta\mathbf{M}\mathbf{y}^1 + \mathbf{M}^0\Delta\mathbf{y} \tag{7}$$

$$\Delta\mathbf{x} = \frac{1}{2}\Delta\mathbf{M}\left(\mathbf{y}^0 + \mathbf{y}^1\right) + \frac{1}{2}\left(\mathbf{M}^0 + \mathbf{M}^1\right)\Delta\mathbf{y} \tag{8}$$

De forma tal que el cambio en el producto es un promedio entre los cambios tecnológicos y los cambios en la demanda final.

De acuerdo con Magacho et al. (2018), los cambios en la matriz de Leontief pueden ser particionados en la sustitución entre bienes importados y nacionales.

Reconstruyendo la ecuación de la manera necesaria, $\Delta\mathbf{M}$ se puede reescribir de la forma:

$$\Delta\mathbf{M} = \mathbf{M}^1\Delta\mathbf{A}\mathbf{M}^0 - \mathbf{M}^1\Delta\mathbf{A_m}\mathbf{M}^0 \tag{9}$$

Donde $\mathbf{A_m}$ es la matriz de bienes de consumo importados, $\mathbf{A}$ corresponde a la matriz de bienes nacionales y $\mathbf{M}$ es la matriz de Leontief. El cambio en el producto puede ser escrito como:

$$\Delta \mathbf{x} = \underbrace{\frac{1}{2}\left(\mathbf{M}^1 \Delta \mathbf{A} \mathbf{M}^0\right)\left(\mathbf{y}^0 + \mathbf{y}^1\right)}_{\text{Cambio Tecnológico}} + \underbrace{\frac{1}{2}\left(\mathbf{M}^1 \left(-\Delta \mathbf{A_m}\right) \mathbf{M}^0\right)\left(\mathbf{y}^0 + \mathbf{y}^1\right)}_{\text{Sustitución de Insumos Nacionales}} + \underbrace{\frac{1}{2}\left(\mathbf{M}^0 + \mathbf{M}^1\right)\Delta \mathbf{y}}_{\text{Demanda Final}}$$

Después de obtener estos resultados, se realizara una descomposición mas profunda que permite realizar el análisis que se busca a partir de los cambios en exportaciones; este procedimiento, se realiza con la metodología propuesta por Schuschny (2005) donde los componentes de la demanda final se caracterizan de la siguiente manera:

$$\Delta \mathbf{DF} = \underbrace{\left(\mathbf{A}_m^1 \mathbf{M}_d^1 \hat{\mu}_C^1 + \hat{\nu}_C^1\right)\Delta \mathbf{C}}_{\text{Expansión del Consumo}} + \underbrace{\left(\mathbf{A}_m^1 \mathbf{M}_d^1 \hat{\mu}_I^1 + \hat{\nu}_I^1\right)\Delta \mathbf{I}}_{\text{Expansión de la Inversión}} + \underbrace{\left(\mathbf{A}_m^1 \mathbf{M}_d^1 \hat{\mu}_G^1 + \hat{\nu}_G^1\right)\Delta \mathbf{G}}_{\text{Expansión del Gasto Público}} + \underbrace{\left(\mathbf{A}_m^1 \mathbf{M}_d^1 \hat{\mu}_Z^1 + \hat{\nu}_Z^1\right)\Delta \mathbf{Z}}_{\text{Cambios en las Existencias}} + \underbrace{\mathbf{A}_m^1 \mathbf{M}_d^1 \Delta \mathbf{E}}_{\text{Expansión de las Exportaciones}}$$

Sin embargo, para el caso de Colombia, que por la estructura de las cuentas nacionales que se pueden igualar a cero; el gasto publico y las existencias.

- Gasto: Si bien el gobierno si hace gastos en los sectores productivos de la economía, los que se van a trabajar y que se utilizan en este ejercicio no tienen ingresos importantes que provengan de la expansión del gasto público por lo cual en el calculo de la ecuación, el vector $\Delta G = 0$.
- Existencias o Inventarios: Las bases de oferta utilización (BOU) que produce el DANE son las que proveen la información para este calculo; de en lo que compone la demanda final las existencias a nivel agregado representan el 0,1 % y y a nivel sectorial la mayor participación es del 2,0 % por lo cual para el calculo de la ecuación de cada sector se considera que $\Delta Z = 0$

Teniendo esto claro, esta ultima ecuación es la que nos va a dar el respaldo para la tesis, se espera que el componente que corresponde a la expansión de las exportaciones, sea el que explique en gran medida el cambio en la producción bruta en el periodo de tiempo estudiado.

4. Metodología y descripción de los datos

La información es obtenida de las tablas de oferta y demanda a partir de las cuentas nacionales producidas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). La metodología y herramientas de los modelos insumo producto son aplicadas para la información de la economía colombiana para el periodo 2005-2015, periodo que se eligió con base en un criterio de disponibilidad, calidad, comparabilidad y continuidad de los datos. Las matrices fueron construidas según lo propuesto por Miller and Blair (2009) (capitulo 5) y el Eurostat (2008) (capitulo 11) usando las tablas de insumo producto para los años mencionados[1] construidas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).Estas matrices tienen una clasificación de 61 sectores, partiendo de la información que ofrecen las cuentas nacionales con base en el año 2005.

Ya que se comparan datos de diversos años y estos se encuentran a precios corrientes, entonces se deben de deflactar los datos según Miller and Blair (2009). El año base que se tomo es 2015 y el método usado fue de doble delectación, el cual es un proceso de dos etapas. En una primera etapa se hace la deflactación del consumo intermedio, la demanda final y la producción bruta, usando un índice de precios para cada sector calculado como un deflactor implícito de la producción bruta con base en las Cuentas Nacionales del DANE y luego se construye el índice de precios para los 61 sectores de Cuentas Nacionales el cual se calcula inicialmente con base en el año 2005 y para el período 2005 – 2015, como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} I_{i,2005/2005} &= 100, \\ I_{i,2010/2005} &= I_{i,2005/2005} * GPg_{i,t} \\ I_{i,t/t-1} &= I_{i,t-1/t-1} * GPg_{i,t} \end{aligned}$$

Donde $GPg_{i,t}$ es la tasa de crecimiento anual del deflactor de la producción total del sector i en el periodo de tiempo t, $i = 1,\ 2,\ \ldots,\ 61$, y $t = 2005,\ \ldots,\ 2015$. el cambio de base al 2015 se observa de la siguiente forma

$$I_{i,2015/2015} = \frac{I_{i,2005/2005}}{I_{i,2015/2005}} * 100$$

$$\pi^t = \begin{bmatrix} I_{1,t} \\ \vdots \\ I_{61,t} \end{bmatrix} \tag{10}$$

[1] Un archivo con la información, puede ser descargado desde https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/Matriz_importados_2005_2009_2010_2011_2012_2013_2014_2015p.xls.

Al calcular estos índices de precio, tomamos el π que contiene el índice de precios a 61 sectores, y deflactamos el consumo intermedio, la demanda final y el producto.

$$\mathbf{A}^t_{def} = \hat{\pi}^t \mathbf{A}^t \tag{11}$$
$$\mathbf{y}^t_{def} = \hat{\pi}^t \mathbf{y}^t \tag{12}$$
$$\mathbf{x}^t_{def} = \hat{\pi}^t \mathbf{x}^t \tag{13}$$

En la segunda etapa, se calcula el índice de precios para deflactar el valor agregado. De acuerdo a Miller and Blair (2009), a pesar de que el método de doble deflactación se usa a menudo, hay varias desventajas de deflactar las matrices insumo-producto por el mismo índice ya que todos los elementos de las filas de la matriz de transacciones son deflactadas por el mismo índice. Esto es problemático porque entre las industrias los precios pueden cambiar de manera considerable en varias economías, por lo tanto la deflactación podría ser incorrecta.

5. Resultados

En esta sección se presentan algunos resultados que se obtuvieron tras aplicar la metodología propuesta en las secciones anteriores. Se presenta la clasificación que se tiene según los niveles de encadenamientos, tanto hacia adelante, como hacia atrás y de manera ilustrativa se presenta un gráfico que muestra como se han comportado los encadenamientos agrupados por sectores
A continuación, se presentan los resultados del Análisis de Descomposición de Cambio Estructural a nivel agregado y a nivel sectorial, presentando una desagregación de los subsectores productivos mas relevantes de la economía colombiana (en niveles de producción y de encadenamiento).
Finalmente se presenta una estimación preliminar de la descomposición de la demanda final, donde encontramos se divide la demanda de cada sector en lo que corresponde a demanda interna (Consumo) y demanda externa (Exportaciones).

5.1. Encadenamientos hacia atrás

Cuando nos referimos a sectores con encadenamientos hacia atrás, estamos hablando de sectores cuyos insumos provienen de otros sectores. Partiendo de esto; en esta tabla se observan los 10 sectores con los encadenamientos mas fuertes y los 10 sectores con encadenamientos mas débiles, lo que vemos en esta tabla es que no hay muchos sectores con encadenamientos fuertes hacia atrás y que la mayoría de estos, pertenecen al sector agroindustrial, al de trabajo intensivo en mano de obra no calificada y al de servicios.
Adicional a esto, no hay sectores que cambien su clasificación y pasen de ser de fuertes encadenamientos hacia atrás, a sectores claves, mas aun, si miramos los niveles

de encadenamiento, a través de los años se percibe que estos han comenzado a bajar, dinámica que es generalizada y poco deseable, ya que nos estaríamos encontrando con una cadena que esta perdiendo valor, lo cual se traduce en un menor nivel de competitividad a nivel internacional.

Cuadro 4: Clasificación sectorial - Encadenamientos hacia atrás

	Encadenamiento de Rasmussen			Ranking			Clasificación del sector		
Sector	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Carne y pescado	2,44	2,45	2,41	1	1	1	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Lácteos	2,28	2,26	2,21	2	2	2	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Trilla	2,16	2,11	2,14	3	3	3	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Aœites	2,07	2,08	1,99	4	4	5	SC	SC	SC
Azúcar	2,02	1,98	1,93	5	6	7	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Confiteria	2,01	1,95	1,94	6	8	6	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Cuero y calzado	1,99	1,98	1,89	7	7	11	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Muebles	1,98	1,93	1,86	8	11	13	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Alimentos manufacturado	1,97	1,92	1,90	9	12	10	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Hoteles y restaurantes	1,96	1,90	1,86	10	15	14	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Agricultura	1,38	1,36	1,31	51	53	53	DE	ED	ED
Servicios empresariales	1,38	1,37	1,36	52	50	50	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Carbón	1,35	1,37	1,37	53	52	49	DE	ED	ED
Mineria no metálica	1,30	1,31	1,30	54	54	54	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Silvicultura	1,30	1,30	1,29	55	55	55	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Petróleo y gas	1,27	1,27	1,28	56	56	56	EF-AD	ED	ED
Educación pública	1,24	1,24	1,28	57	57	57	DE	ED	ED
Café	1,18	1,15	1,13	58	59	59	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Servicios inmobiliarios	1,16	1,15	1,15	59	58	58	DE	ED	ED
Servicio doméstico	1,00	1,00	1,00	60	60	60	DE	ED	ED

*La clasificación a 61 sectores se encuentra en el Anexo 1

5.2. Encadenamientos hacia adelante

En cuanto a los encadenamientos hacia adelante, se encuentran sectores industriales, pero nos encontramos que aquellos que se encuentran liderando esta categorización son los sectores de los commodities y si bien estamos observando que tienen altos niveles de encadenamiento hacia adelante, son sectores que básicamente han visto incrementada su producción a raíz del incremento que se dio en los precios de estos sectores. Son sectores competitivos a nivel internacional; sin embargo una caída en los precios de estos sectores, se traduciría en una caída en los niveles de encadenamiento.

Cuadro 5: Clasificación sectorial - Encadenamientos hacia adelante

	Encadenamiento de Rasmussen			Ranking			Clasificación del sector		
Sector	2005	2010	2014	2005	2010	2014	2005	2010	2014
Servicios empresariales	2,51	2,57	2,50	1	1	1	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Papel y cartón	2,34	2,25	2,13	2	6	9	SC	SC	SC
Transporte auxiliares	2,31	2,24	2,20	3	7	8	EF-AD	SC	SC
Madera	2,27	2,37	2,30	4	4	6	SC	SC	SC
Electricidad	2,24	2,42	2,48	5	3	3	SC	SC	SC
Mineria no metálica	2,24	2,33	2,33	6	5	4	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Fibras y tejidos	2,23	2,03	1,99	7	14	15	SC	SC	SC
Silvicultura	2,21	2,10	2,10	8	11	12	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Reparación de vehículos	2,18	2,13	2,11	9	10	11	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Caucho y plástico	2,17	2,06	1,96	10	13	14	SC	SC	SC
Trilla	1,20	1,22	1,16	51	50	51	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Obras civiles	1,17	1,13	1,11	52	53	54	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Esparcimiento no mercadc	1,17	1,17	1,12	53	52	52	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Construcción	1,13	1,10	1,08	54	55	56	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Carbón	1,12	1,11	1,10	55	54	55	ED	ED	ED
Tabaco	1,08	1,10	1,15	56	56	53	EF-AT	EF-AT	ED
Administración pública	1,05	1,07	1,05	57	57	58	ED	ED	ED
Educación privada	1,05	1,05	1,06	58	58	57	ED	ED	ED
Educación pública	1,03	1,03	1,02	59	59	59	ED	ED	ED
Servicio doméstico	1,00	1,00	1,00	60	60	60	ED	ED	ED

*La clasificación a 61 sectores se encuentra en el Anexo 2

5.3. Encadenamientos sectoriales

En esta sección se desagrega la producción total en 10 agrupaciones de sectores, los cuales posteriormente para identificar sectores con dinámicas relevantes que se deban analizar de manera separada, aquellos sectores con comportamientos similares entre si, se analizarán de manera agregada.

A priori, se identifica que los sectores de índole industrial, como la agroindustria, los intensivos en mano de obra no calificada, en alta tecnología e intensivos en recursos naturales son los sectores que muestran comportamientos relevantes y diversos que valen la pena analizar de manera diferencial. [2]

[2] En los anexos 1 y 2 se encuentran los gráficos correspondientes a los sectores relacionados con el transporte y los servicios públicos

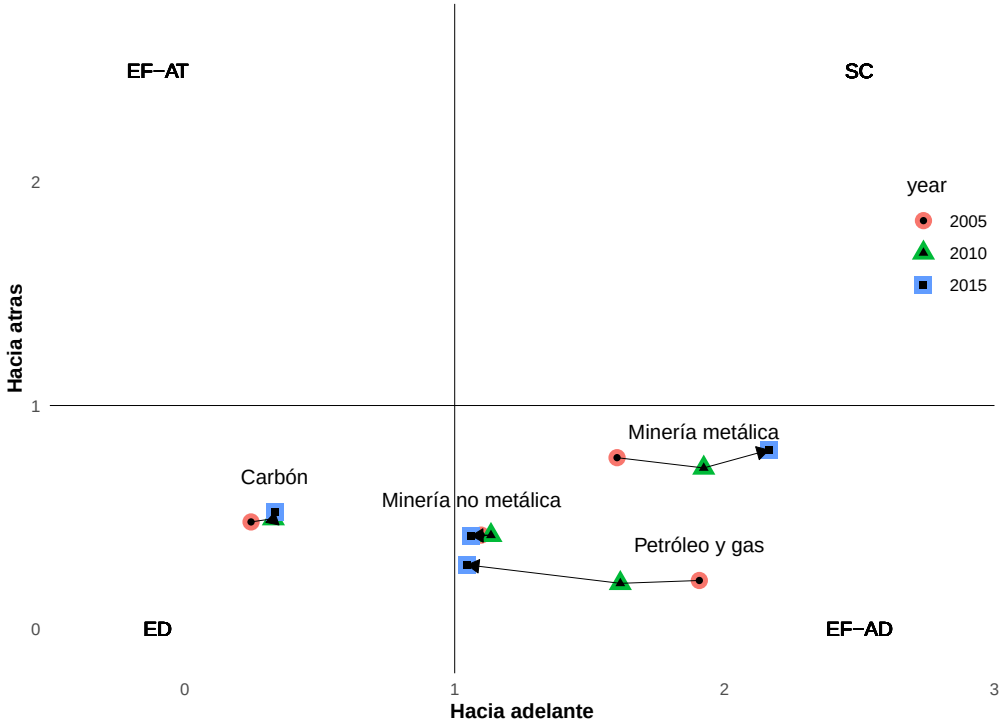
5.3.1. Agricultura

En la gráfica, se observa una dinámica de los sectores agrícolas. En general, estos sectores presentan bajos niveles de encadenamientos, salvo por la ganadería y sus productos que muestra un fuerte (aunque marginal) encadenamiento hacia atrás. Y los demás productos de la agricultura que tienen un fuerte (marginal también) encadenamiento hacia adelante.

Llama la atención el nivel de encadenamiento que presenta el café, sector insignia de la economía colombiana, en especial en el mercado exportador, este sector muestra el encadenamiento mas bajo de la agrupación y la dinámica a través de los años evaluados hace pensar que es un sector que no vislumbra un cambio importante en su forma de producción.

Las características de este sector nos llevan a concluir que el análisis posterior de cambio estructural se puede llevar a cabo de manera agregada.

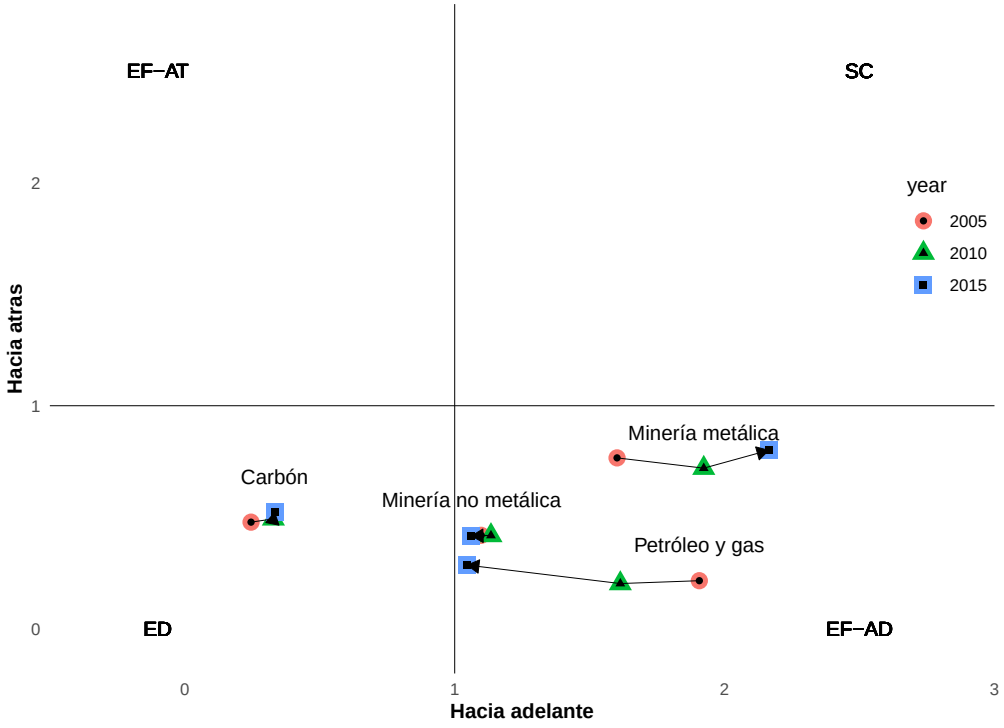
Figura 1: Encadenamientos sector agrícola



5.3.2. Minería

En la gráfica, se observa la dinámica de los sectores mineros. Como es de esperar, el sector del petroleo, gas y minerales es un sector fuertemente encadenado hacia adelante ya que todos estos productos generalmente se refinan antes de ser comercializados, sin embargo, cuando revisamos cual ha sido la dinámica de manera detallada, encontramos que el sector se ha ido desencadenando hasta llegar prácticamente al punto de corte donde se vuelve un sector fuertemente encadenado hacia adelante, lo cual nos indica que podría llegar a ser un sector de encadenamientos débiles.
Salta a la vista también que el carbón, que hace parte de las exportaciones tradicionales, no tiene prácticamente dinámica y es un sector de encadenamientos débiles .

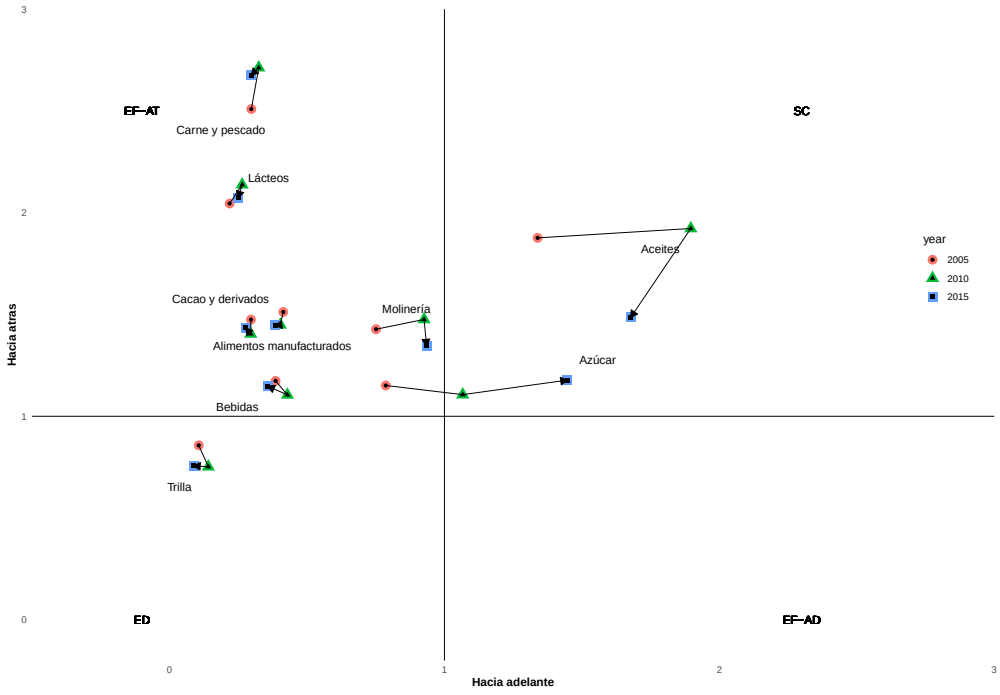
Figura 2: Encadenamientos sector minero



5.3.3. Agroindustria

El sector agroindustrial es el primer sector que muestra una dinámica importante en sus subsectores, particularmente, encontramos que solo un sector presenta encadenamientos débiles, que es el de productos derivados de café. Este sector es fuertemente encadenado hacia atrás puesto que al ser agroindustrial, la mayoría de los insumos requeridos provienen de sectores agrícolas.
Tenemos dos subsectores con dinámicas importantes, el primero corresponde al sector de aceites animales y vegetales y el segundo al de azúcar, estos dos sectores se estudiarán de manera específica.

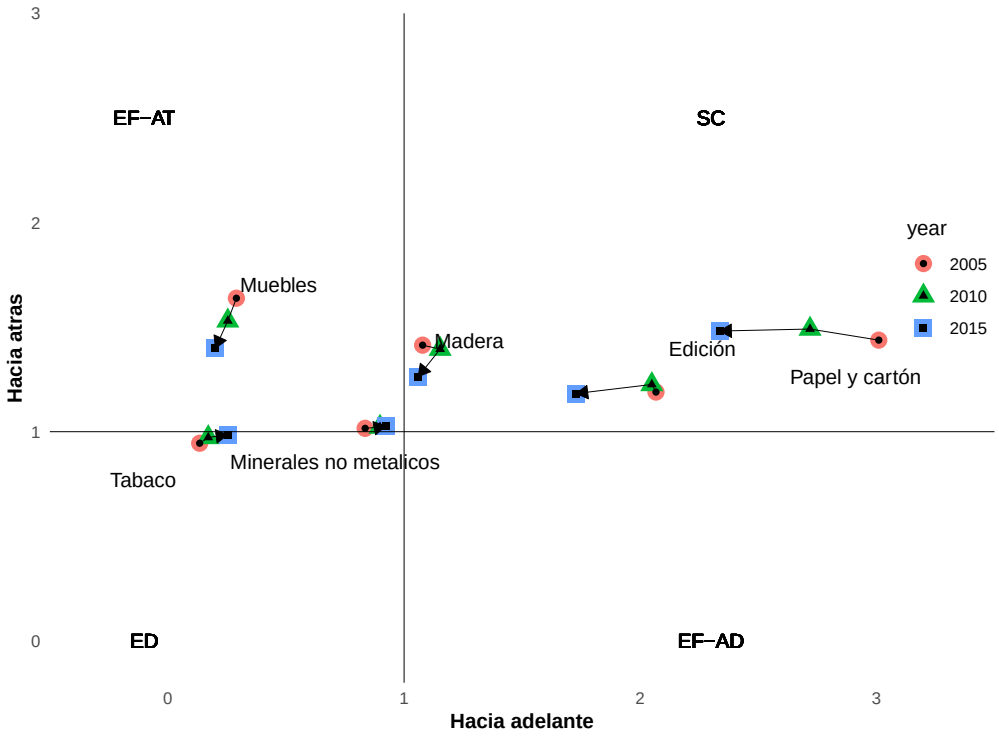
Figura 3: Encadenamientos sectores agroindustriales



5.3.4. Recursos naturales

En la gráfica, se observa una dinámica de los sectores intensivos en recursos naturales. Estos sectores en general tienden a tener un tipo de encadenamiento hacia atrás. Sin embargo, hay dos rubros que se mantienen dentro de los sectores claves, que corresponden al sector de la edición y el papel los cuales se estudiaran por aparte.

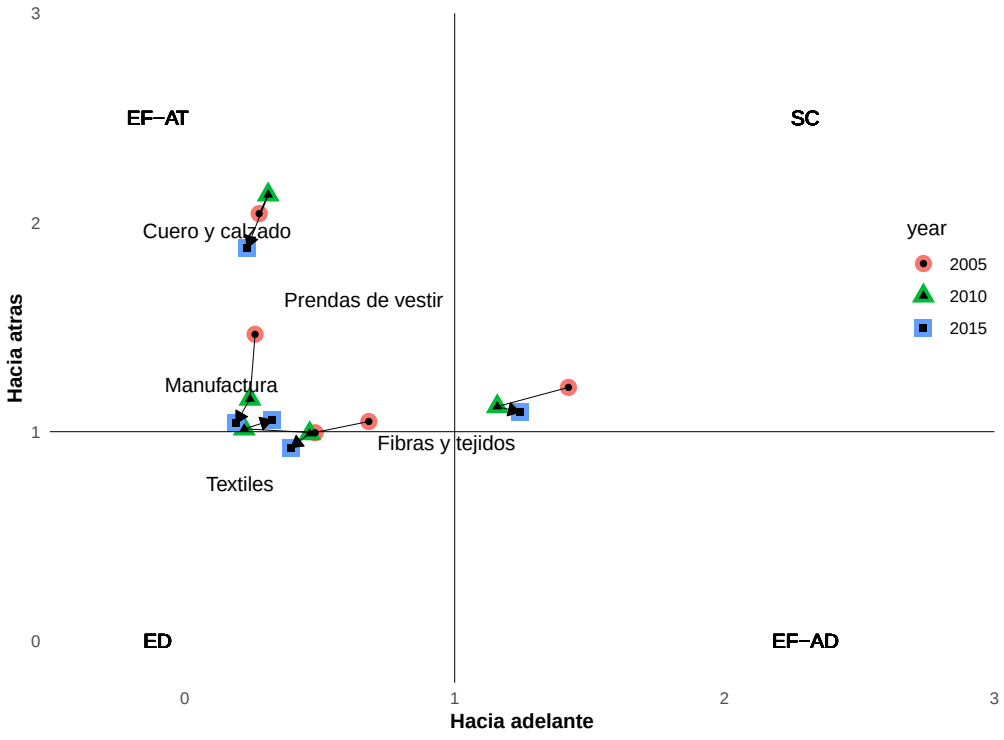
Figura 4: Encadenamientos sectores intensivos en recursos naturales



5.3.5. Sectores intensivos en mano de obra no calificada

En la gráfica, se observa una dinámica de los sectores intensivos en mano de obra no calificada, son sectores que por su forma de producción presentan fuertes encadenamientos hacia atrás, donde destacan los productos de cuero que se estudiaran de manera aislada, los demás grupos se comportan de manera similar.

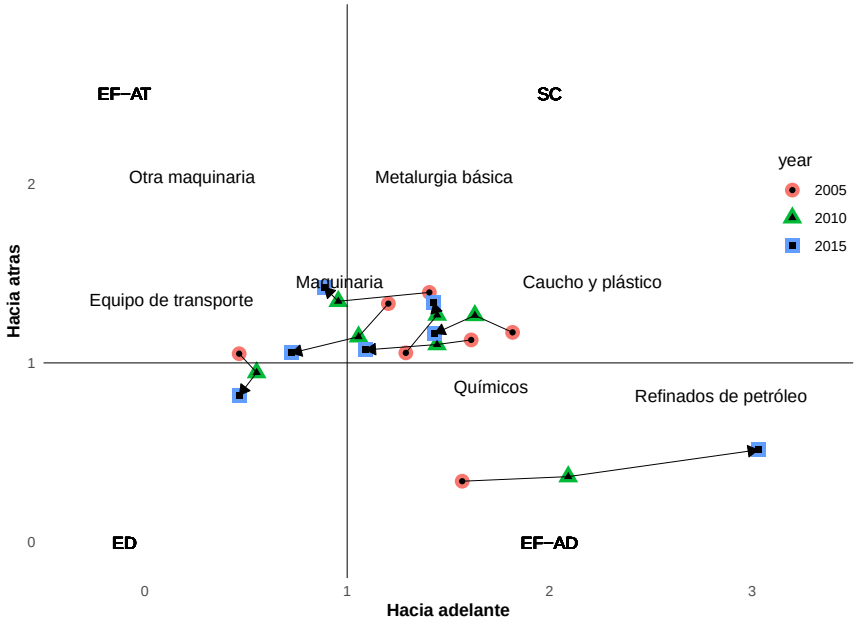
Figura 5: Encadenamientos sectores intensivos en mano de obra no calificada



5.3.6. Sectores intensivos en alta tecnología

En la gráfica, se observa una dinámica de los intensivos en alta tecnología. Son sectores que muestran que son sectores claves, por lo cual se realizará una caracterización por aparte de los sectores, adicionalmente se observa que los productos de refinería de petroleo tienen un fuerte encadenamiento hacia adelante.

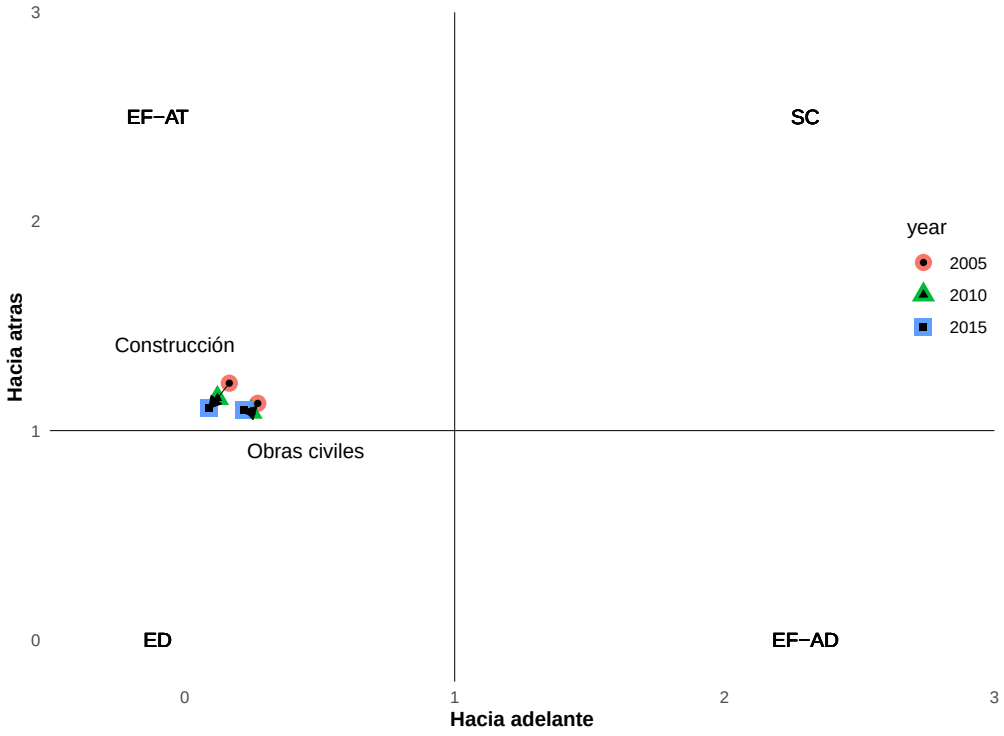
Figura 6: Encadenamientos sectores intensivos en alta tecnología



5.3.7. Construcción y obras civiles

La construcción y las obras civiles por sus características son sectores de fuertes encadenamientos hacia atrás, sin embargo son sectores con poca dinámica a través de los años por lo cual se hace un análisis agregado del sector

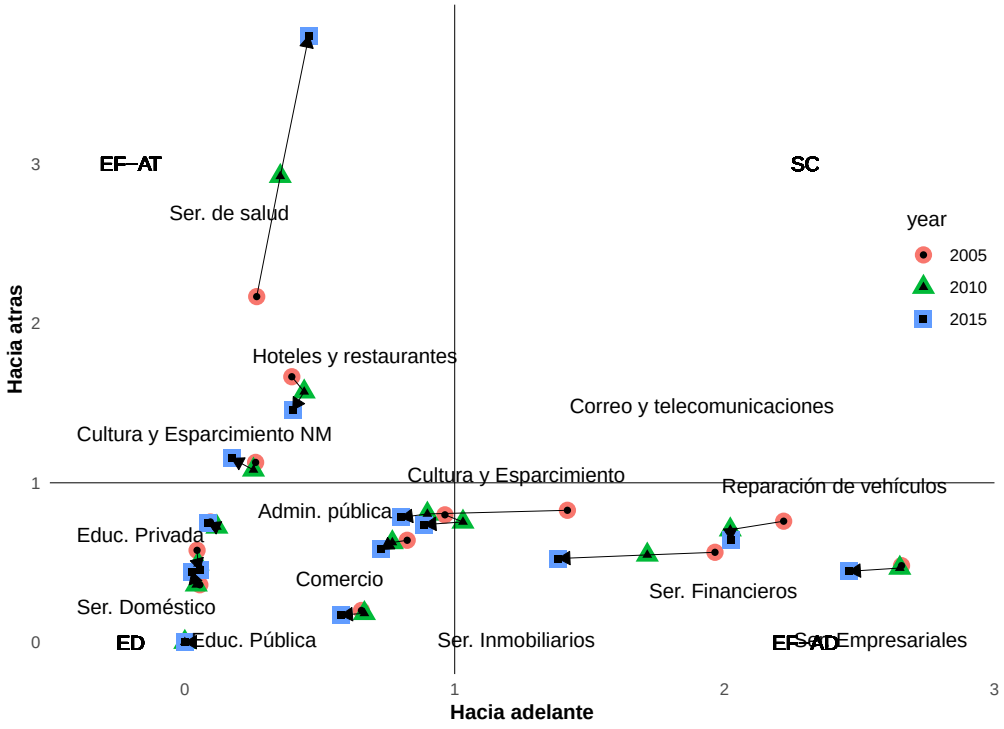
Figura 7: Encadenamientos de construcción y obras civiles



5.3.8. Servicios

En la gráfica, se observa una dinámica de los sectores dedicados a la prestación de servicios, hay una heterogeneidad importante en el comportamiento de los diversos sectores por lo cual se van a analizar los que presentan el mas alto nivel de encadenamiento.
Los subsectores que pertenecen a la categorización de servicios han estado en auge en los últimos años, por lo cual son sectores productivos a los que se les debe prestar especial atención, en especial en la dinámica que pueden presentar a futuro ya que a nivel de participación en el PIB es altamente relevante y puede representar una oportunidad para Colombia.

Figura 8: Encadenamientos de sectores de servicios



5.4. Análisis de Descomposición Estructural

Retomando la notación, encontramos que **X** representa la producción bruta, que **A** corresponde al cambio técnico, A_m a los cambios en insumos intermedios importados y **DF** a la demanda final. Analizando este primer resultado, se encuentra que los datos muestran lo que se tenia como hipótesis, lo cual es similar a lo encontrado en el documento de De Figueiredo and Oliveira (2016) donde se observa que los cambios en la producción bruta de Colombia, esta explicada casi que en su totalidad, por los crecimientos que se observan en el componente de demanda final.

Es por esta evidencia, que refinar el calculo y tener la segunda parte de la descomposición es fundamental, ya que poder descomponer la demanda final en los componentes de Inversión, Consumo y Exportaciones nos permitirá identificar el o los canales que son mas determinantes para explicar el crecimiento de los sectores mas relevantes que se identifiquen a partir del análisis de encadenamientos propuesto anteriormente.

Teniendo esta información, se puede hacer un análisis especifico a cada uno de los sectores que se consideren relevantes de los 61 iniciales que se encuentran dentro de las cuentas nacionales para motivar una discusión especifica frente a los sectores mas relevantes de la economía.

Adicionalmente se debe observar la tabla de manera integral y como se puede observar, el cambio técnico a nivel agregado de la economía ha estado en promedio, negativo, por la construcción del ejercicio el análisis debe hacerse de manera inversa, es decir que una variación negativa implica una mejora a nivel tecnológico, sin embargo es muy bajo para el periodo de tiempo analizado, por lo cual es necesario analizarlo con mayor detenimiento ya que podría presentar evidencia de un proceso de estancamiento en la industrialización importante, llevando a que se mantenga la dependencia que se tiene de los sectores productores de commodities y a que los choques externos sigan afectando de manera importante el crecimiento económico y probaría lo propuesto al inicio del documento.

Hay una asimetría en la transferencia de los choques; cuando es desde el resto del mundo a Colombia, los choques se magnifican, mientras que cuando Colombia tiene cambios en el nivel de producción, por la naturaleza del cambio, afectan marginalmente el mercado mundial.

Cuadro 6: Descomposición de la producción bruta en Colombia (2005-2015)

	2005 - 2010	2010 - 2015	2005 - 2015
$\Delta\,\%\mathbf{X}$	21,0 %	18,0 %	34,9 %
$\Delta\,\%\mathbf{A}$	-1,2 %	0,0 %	-0,9 %
$\Delta\,\%\mathbf{A_m}$	0,2 %	-2,0 %	-1,9 %
$\Delta\,\%\mathbf{DF}$	21,8 %	20,0 %	37,7 %

5.5. Análisis de Descomposición Estructural por sectores

El análisis sectorial en un principio muestra que los cambios porcentuales de los sectores agregados que se consideran son equilibrados, en la mayoría de los sectores se observan cambios en la matriz de coeficientes técnicos (A) que se caracterizan como cambios técnicos en la producción, también se observan cambios importantes en la sustitución de insumos importados (Am) lo cual se puede traducir en un cambio relevante en las importaciones para la producción de sectores, sin embargo, cuando nos remitimos a nuestro primer parámetro de interés (DF), encontramos que la demanda final tiene cambios porcentuales, no tan elevados como se esperaría, pero en todos se observa una variación positiva, lo cual nos invita a hacer un análisis mas profundo de los datos, puesto que al considerarlos cambios ponderando por la participación y relevancia que se tiene en el total, se encuentra que el efecto que tienen la variación en la demanda final, frente a la producción bruta de cada sectores superior al 100 %.

Cuadro 7: Descomposición sectorial de la producción bruta en Colombia (2005-2015)

	Δ% A		-Δ% A_m		Δ% DF		Δ% X	
Agricultura	19,9%	-1.605	6,0%	-1.042	3,2%	10.878	2,6%	8.231
Minería	6,9%	-555	9,9%	-1.709	7,4%	24.962	7,2%	22.698
Agroindustria	-13,8%	1.115	14,3%	-2.469	4,2%	14.261	4,1%	12.906
Recursos Naturales	42,7%	-3.450	4,8%	-826	4,1%	13.756	3,0%	9.481
Int. Trabajo no calificado	27,1%	-2.187	5,8%	-1.008	1,6%	5.341	0,7%	2.151
Int. En alta tecnología	48,4%	-3.914	37,5%	-6.478	12,2%	41.491	9,9%	31.099
Servicios publicos	-1,1%	92	1,4%	-233	2,5%	8.508	2,7%	8.366
Construcción y obras civiles	7,1%	-576	0,2%	-28	12,9%	43.884	13,8%	43.281
Transporte	11,7%	-947	-2,0%	339	5,3%	17.897	5,5%	17.289
Servicios	-48,8%	3.945	22,2%	-3.828	46,7%	158.337	50,5%	158.455
Total		-8.083		-17.277		339.317		313.956

5.6. Descomposición de los sectores productivos

5.6.1. Sector Agrícola

Como se mencionó en la sección anterior, el sector agrícola tiene un comportamiento muy similar de sus subsectores, sin embargo la economía colombiana siempre le ha dado una alta relevancia al sector cafetero, por lo cual se realiza una desagregación de la producción primaria de café y sus productos.

Cuadro 8: Desagregación sectores agrícolas (2005-2015)

	Δ% A		-Δ% A_m		Δ% DF		Δ% X	
Agricultura	22,1%	-1.605	6,7%	-1.042	3,5%	10.878	2,8%	8.231
Productos de café	-3,7%	270	0,1%	-18	0,1%	465	0,2%	718

- **Productos de café:** Se complementa lo que se había observado en la sección de encadenamientos, nos encontramos con que el sector productor de café no ha presentado crecimientos significativos en su producción, sin embargo, lo que explica este cambio son incrementos en la demanda final y un ligero cambio en su tecnología de producción.

5.6.2. Sector Agroindustrial

Es uno de los sectores con mayor dinámica por la naturaleza de su producción, la mayoría de los sectores tienen dinámicas muy similares, donde se observan cambios importantes a nivel de cambio técnico y crecimiento en la demanda final. Pero teniendo en cuenta las participaciones que tienen frente al total de la producción total, nos muestra que prácticamente el total de la producción del sector se debe a cambios en la demanda final.

Cuadro 9: Desagregación sectores agroindustriales (2005-2015)

	Δ% A		-Δ% A_m		Δ% DF		Δ% X	
Agroindustria	21,9%	-200	9,7%	-1.281	4,0%	11.439	3,6%	9.959
Aceites y grasas animales y	*-1408%*	*1.283*	*6,8%*	*-888*	*0,6%*	*1.733*	*0,8%*	*2.129*
Azúcar y panela	*2,7%*	*-24*	*3,2%*	*-425*	*0,8%*	*2.195*	*0,6%*	*1.746*
Productos de trilla de café	*31,3%*	*-285*	*1,2%*	*-163*	*0,4%*	*1.296*	*0,3%*	*848*

- **Aceites y grasas animales y vegetales:** Este sector tiene una de las dinámicas mas relevantes dentro de los analizados, presenta un cambio muy fuerte en sus coeficientes técnicos, lo cual es una proxy de cambios técnicos al interior de la estructura productiva del sector. El cambio en producción se explica prácticamente en un 50 % por los cambios técnicos y 50 % en la demanda final.

- **Productos de trilla de café:** Este sector es el que se encadena con el sector de productos de café y es el encargado de la exportación de trilla de café por lo cual la demanda final es relevante dentro de este sector, sin embargo, es importe denotar que es un sector en el que no hay cambios positivos a nivel de cambio técnico; evidencia de una desindustrialización en uno de los sectores relevantes de la economía colombiana.

- **Azúcar y panela:** Es un sector similar al de productos de trilla de café, es uno de los sector que tradicionalmente ha sido importantes para la economía rural colombiana, sin embargo, si se da un cambio marginal a nivel de componentes tecnológicos y como se muestra en el cuadro es un sector donde la demanda final representa todo el crecimiento en producción del sector.

5.6.3. Sector Recursos Naturales

Es uno de los sectores con mayor dinámica ya que tiende a incrementar su producción en función de la demanda total; mas cuando se trata de países como Colombia, donde hay un enfoque fuerte en la producción de bienes a partir de materias primas. Estos sectores tienen una dinámica interesante en los determinantes de su crecimiento ya que si bien hay un crecimiento importante (ponderado por participación) en la relevancia de la demanda final del sector, hay un fuerte cambio técnico.

Cuadro 10: Desagregación sectores intensivos en recursos naturales (2005-2015)

	Δ% A		-Δ% A_m		Δ% DF		Δ% X	
Recursos Naturales	42,7%	-3.450	4,8%	-826	4,1%	13.756	3,0%	9.481
Papel y cartón	13,3%	-1.395	-1,7%	219	1,3%	4.072	1,0%	2.896
Edición	13,3%	-1.399	0,2%	-20	0,6%	1.944	0,2%	525

- **Papel y cartón:** El sector productivo dedicado a la producción de papel y cartón es uno de los sectores que en términos reales no ha presentado un cambio significativo a nivel productivo, dinámica similar a la presentada por el agregado de sectores productivos de la misma naturaleza.
  Sin embargo es un sector que según la clasificación de encadenamientos vista en la **sección 5.4.4**, presenta fuertes encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, lo cual nos permite catalogarlo como un sector clave de la economía el cual para funcionar depende fuertemente de la demanda final.

5.6.4. Sector Mano de obra no calificada

Partiendo de los resultados observados en la **sección 5.4.5**, encontramos que los sectores intensivos en mano de obra no calificada tienen un comportamiento homogéneo, el cual se caracteriza por presentar cambios relevantes a nivel de coeficientes

técnicos y un crecimiento de la demanda final que explica el 80 % del total.

Cuadro 11: Desagregación sectores intensivos en mano de obra no calificada (2005-2015)

	Δ% A		-Δ% A_m		Δ% DF		Δ% X	
Agricultura	28,7%	-2.161	6,2%	-959	1,5%	4.769	0,6%	1.648
Cuero y calzado	*0,3%*	*-26*	*0,3%*	*-44*	*0,2%*	*573*	*0,2%*	*503*

- **Cuero y calzado:** Este sector sin embargo, presenta un comportamiento diferente al del sector agregado ya que en lo que corresponde al cambio técnico, no se ve una variación significativa, este sector, depende fuertemente de la demanda final.

5.6.5. Sector Alta Tecnología

Es el sector con dinámicas mas relevantes, encontramos que muchos de los subsectores que lo componen muestran una tendencia a convertirse en sectores claves de la economía, los cuales se van a detallar a continuación.

Cuadro 12: Desagregación sectores intensivos en alta tecnología (2005-2015)

	Δ% A		-Δ% A_m		Δ% DF		Δ% X	
Int. En alta tecnología	30,0%	-1.639	-1,5%	169	1,2%	3.226	0,7%	1.756
Refinación de petróleo	*-153,5%*	*8.391*	*60,0%*	*-6.733*	*0,4%*	*1.250*	*1,1%*	*2.908*
Industria química	*63,5%*	*-3.473*	*-10,1%*	*1.131*	*4,6%*	*12.905*	*4,0%*	*10.563*
Caucho y plástico	*34,9%*	*-1.905*	*7,2%*	*-807*	*2,3%*	*6.421*	*1,4%*	*3.709*
Metalurgia básica	*106,6%*	*-5.829*	*12,7%*	*-1.423*	*5,3%*	*14.822*	*2,9%*	*7.570*
Maquinaria mecánica	*30,0%*	*-1.639*	*-1,5%*	*169*	*1,2%*	*3.226*	*0,7%*	*1.756*
Maquinaria Eléctrica	*28,2%*	*-1.544*	*-0,7%*	*75*	*4,3%*	*11.971*	*4,0%*	*10.502*

- **Refinación de petroleo:** Es bien sabido que la refinación de petroleo para la economía colombiana juega un papel relevante, presenta un cambio muy significativo en lo que respecta a cambio tecnológico, ya que durante el periodo de tiempo estudiado se dio la expansión de la refinería de Cartagena.

- **Industria química:** Es una industria que presenta un comportamiento importante que invita a considerar que al interior de este sector, se han dado cambios a nivel productivos importantes, ya que si bien la participación de la demanda final es fundamental para explicar el crecimiento de este sector, sin embargo, en cuanto a la transformación de sus coeficientes técnicos se observa una disminución importante.
  Sin embargo, se observa una dinámica ideal en la sustitución de insumos importados, lo cual implica un mayor nivel de encadenamiento a nivel interno de

la economía, ya que indica que se están utilizando mas insumos de industrias nacionales.

- **Caucho y plástico:** El sector dedicado a la producción de caucho y plástico presenta un comportamiento también interesante, ya que mas allá de que cerca del 50 % de la producción del sector depende de la demanda final, hay una disminución importante en los coeficientes técnicos de su producción, lo cual a una industria con un proceso de desindustrialización importante.

- **Metalurgia básica:** Este es un sector que fundamenta su crecimiento en la demanda final del sector, encontramos que es donde se sustenta principalmente el crecimiento con un incremento del 2,9 %, puesto que a nivel de cambio técnico hay una caída cercana al 100 %.
- **Maquinaria mecánica:** Es uno de los sectores con cambios positivos en los 3 rubros analizados, lo cual indica que los cambios productivos de este sector se sustentan en rubros distintos a la demanda de bienes de este sector.
  Como la mayor parte de los sectores intensivos en alta tecnología, se observa una dinámica negativa en el rubro correspondiente a cambio técnico, seguido por una pequeña sustitución de insumos importados por insumos nacionales, lo cual indica un mayor nivel de encadenamiento y finalmente, encontramos un crecimiento importante de la demanda final de los bienes del sector.

- **Maquinaria eléctrica:** Es el ultimo sector del que encontramos una dinámica diferencial, ponderado por la participación que se encuentra dentro del rubro de demanda final, lo cual explica prácticamente el crecimiento en la producción de este sector.

5.7. Descomposición de la Demanda Final

Esta es la sección final de los resultados del documento, se presenta el análisis de descomposición estructural de la demanda final de los sectores productivos de la economía colombiana.

5.7.1. Análisis de la Demanda Final en Colombia

Cuando se caracteriza la dinámica de la demanda final, se encuentra una alta dependencia del consumo interno (cerca del 83 %) y el resto del efecto se reparte entre la inversión y y las exportaciones.
Esto lo que permite considerar es que ante choques de demanda, principalmente internos, los sectores productivos van a verse altamente afectados, sin embargo, a pesar que pareciera que las participación de las exportaciones no es tan elevada, se debe tener en cuenta que dentro de la economía nacional, no hay una capacidad importante de acumular inventarios por parte de los sectores, por lo cual un choque de demanda externa, también va a afectar de manera significativa la producción bruta de los sectores.

Cuadro 13: Descomposición de la Demanda Final en Colombia (2005-2015)

	2005 - 2010	2010 - 2015	2005 - 2015
Δ %**I**	1,6 %	1,5 %	3,1 %
Δ %**C**	17,9 %	16,8 %	31,1 %
Δ %**Exp**	2,3 %	1,9 %	3,5 %
Δ %**DF**	21,8 %	20,2 %	37,7 %

5.7.2. Análisis sectorial de la Demanda Final

Sectorialmente encontramos que el comportamiento es similar (aunque en diferentes niveles), con una alta dependencia en el nivel de consumo interno el cual es un fenómeno generalizado, sin embargo, las exportaciones presentan dinámicas diversas entre 15-20 % variando dentro del sector.

Cuadro 14: Descomposición de la Demanda Final (2005-2015)

	Δ% I		Δ% C		Δ% Exp		Δ% DF	
Agricultura	1,2%	624	3,8%	9.829	1,6%	373	3,2%	10.878
Minería	0,0%	0	4,5%	11.803	54,8%	13.133	7,4%	24.962
Agroindustria	0,1%	79	4,6%	12.092	8,6%	2.066	4,2%	14.261
Recursos Naturales	2,5%	1.320	4,5%	11.709	2,9%	689	4,1%	13.756
Int. Trabajo no calificado	0,1%	78	1,8%	4.673	2,4%	570	1,6%	5.341
Int. En alta tecnología	17,6%	9.451	10,5%	27.421	18,6%	4.452	12,2%	41.491
Servicios publicos	0,0%	0	3,2%	8.488	0,1%	19	2,5%	8.508
Construcción y obras civiles	74,5%	40.042	1,5%	3.831	0,0%	0	12,9%	43.884
Transporte	0,0%	0	6,1%	16.045	7,7%	1.849	5,3%	17.897
Servicios	4,0%	2.170	59,5%	155.498	3,4%	810	46,7%	158.337
Total		53.764		261.390		23.961		339.317

En cuanto a la composición de la demanda de la agricultura, encontramos que la mayoría de la producción bruta se mueve dentro de la economía nacional, comprende cerca del 90 % siendo un sector altamente dependiente de la demanda interna, las exportaciones componen el 3,4 %.

La minería tiene un comportamiento similar, sin embargo, las exportaciones tienen una mayor relevancia puesto que representan el 52,6 % de la demanda final del sector, de manera complementaria, el restante 47,3 % proviene del consumo dentro de la economía nacional.

El sector que es intensivo en recursos naturales ve su dinámica del sector externo en la parte baja de la distribución, cuenta con una participación de la demanda externa de 5,0 %.

En contraposición el sector agroindustrial cuenta con unas exportaciones en un nivel mas elevado, cercano al 14,5 % de su demanda final. Si hilamos este resultado con lo que observamos en las secciones anteriores, este sector ha sido altamente dinámico en cuanto a su dinámicas internas de encadenamientos, como en mejoras a nivel tecnológico.

Del mismo modo, el sector de producción de bienes intensivos en alta tecnología tiene una dinámica externa importante la cual representa cerca del 10,7 % del crecimiento de la demanda final, este resultado junto con la alta proporción que representa la inversión dentro de este sector (22,8 %) denotan un sector con un alto crecimiento en sus frentes y que potencialmente, a futuro puede ser relevante para impulsar y jalonar la economía.

6. Conclusiones

Los resultados encontrados permiten concluir que los sectores productivos de la economía colombiana suelen estar ligados de manera fuerte a un único tipo de encadenamiento (hacia adelante o hacia atrás), sin embargo, estos encadenamientos no suelen ser presentar dinámicas significativas; adicionalmente, en los que si se presentan dinámicas, son negativas, llevando a un proceso de desencadenamiento y de desindustrialización, sin embargo, se encuentran algunos sectores que logran incrementar sus niveles de encadenamientos como la refinación de petroleo, la producción de aceites y los servicios de salud. Adicionalmente, la mayoría de los sectores que lideran esta categorización pertenecen a los sectores de producción agroindustrial, intensiva en mano de obra no calificada, y de servicios, los cuales según, la definición de encadenamientos, se clasifican como sectores de arrastre, indicando que a través de su propio crecimiento, lleva que otros sectores de la economía crezcan también.

Los sectores con altos encadenamientos hacia adelante están fuertemente ligados a los commodities, servicios y a sectores intensivos en recursos naturales. Estos resultados son intuitivos ya que son sectores que tradicionalmente se fundamentan en la producción de materias primas o en la ligera transformación de estas y proveen a sectores con formas de producción mas elaboradas, sectores mas industrializados. Por estas características son sectores impulsores, sin embargo, estos sectores no presentan fuertes encadenamientos hacia adelante; también tienen fuertes niveles de encadenamiento hacia atrás lo cual los convierte en sectores claves de la economía. Estos sectores claves, por lo expuesto anteriormente son altamente deseables dentro de la economía, ya que su dinámica activa otros sectores productivos a través de una economía mas compleja.

En cuanto a la producción bruta de la economía colombiana se muestra evidencia de que tiene una alta dependencia de la demanda final lo cual lleva a que ante choques negativos de la demanda, estos sectores productivos presentan una crisis a nivel interno, una asimetría en la transmisión del choque.

Los sectores productivos agroindustriales y los intensivos en alta tecnología tienen dinámicas heterogéneas a su interior y son sectores, que frente a los demás, presentan una composición estructural diferente ya que tienen crecimientos relevantes a nivel de cambio técnico. En lo que corresponde a la demanda final, nos encontramos con un resultado esperado y es que gran parte de la demanda tiene un componente nacional, entendido como el consumo nacional de los bienes producidos, seguido por una relevancia entre el 15 %-20 % de la demanda internacional, que corresponde a las exportaciones del sector. Este resultado, a pesar que presenta un valor poco elevado, resulta relevante si tenemos en cuenta que la información disponible de la producción bruta del país indica que no hay una capacidad concreta de acumular inventarios por parte de los sectores productivos que les permita guardar producción de un periodo t, y venderla en un periodo $t+1$, llevando a que los choques de demanda externa afecten de manera significativa la producción nacional, este resultado es altamente relevante en sectores pertenecientes a la clasificación agroindustrial e intensivos en alta tecnología.

La falta de capacidad de hacer evolucionar las formas productivas al interior de la economía del país y la alta dependencia de la demanda externa será contraproducente para los productores nacionales puesto que no estarán en condiciones de absorber choques negativos de demanda del resto del mundo o de competir ante las constantes mejoras a nivel productivo que se dan en diversos países. Es por esto, que este ejercicio presenta una oportunidad para identificar las falencias de los sectores productivos de la economía para poder focalizar esfuerzos que permitan alcanzar el cambio estructural que se necesita para alcanzar nuevos niveles de competitividad e incursionar en cadenas de alto valor agregado; sin embargo, esto no se alcanza únicamente por medio de medio de la dotación de la tecnología a los productores por parte del gobierno, es importante comprender la importancia de la adopción de las tecnología por parte de los productores, por lo cual debe haber programas de capacitación en nuevos procesos y nuevas tecnologías, que complementen la dotación de la misma.

Referencias

Carranza, J. E. and Moreno, S. A. (2013). Tamaño y estructura vertical de la cadena de producción industrial colombiana desde 1990. *Borradores de Economía; No. 751*.

Chenery, H. and Watanabe, T. (1958). International comparisons of the structure of production. *Econometrica*, (4):487–521.

Clavijo, S., Vera, A., and Fandiño, A. (2012). *La Desindustrialización en Colombia: Análisis cuantitativo de sus determinantes*. Asociación Nacional de Instituciones Financieras.

De Figueiredo, H. L. and Oliveira, M. A. S. (2016). Structural changes in brazilian industry (1995-2009). *CEPAL Review*, (120):189–209.

Dietzenbacher, E. (1992). The measurement of interindustry linkages: Key sectors in the netherlands. *Economic Modeling*, 9(4):419–437.

Dietzenbacher, E. and Los, B. (1998). Structural decomposition techniques: sense and sensitive. *Economic Systems Research*, 10(4):307–323.

Eurostat (2008). *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*. Available online at: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902113/KS-RA-07-013-EN.PDF.

Hernández, G., Godin, A., Barbosa, S., and Mejía, Y. (2020). Structural change and green growth in colombia. *Archivos de Economía*.

Hirschman, A. (1958). *The Strategy of Economic Development*. New York, Norton Co.

Magacho, G., McCombie, J., and Guilhoto, J. (2018). Impacts of trade liberalization on countries' sectoral structure ofproduction and trade: A structural decomposition analysis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 46:70–77.

Miller, R. E. and Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge University Press.

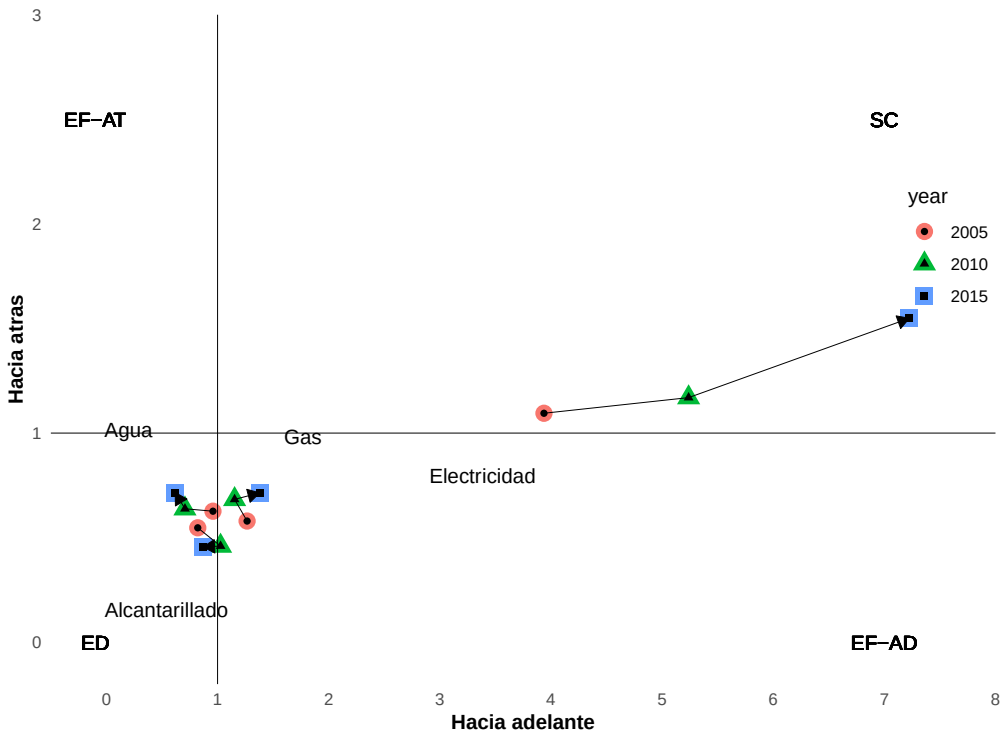
Rasmussen, P. (1957). *Studies in Inter-Sectoral Relations*. Amsterdam, North-Holland.

Schuschny, A. R. (2005). *Tópicos sobre el modelo de insumo-producto: teoría y aplicaciones*. Number 37. United Nations Publications.

Anexos

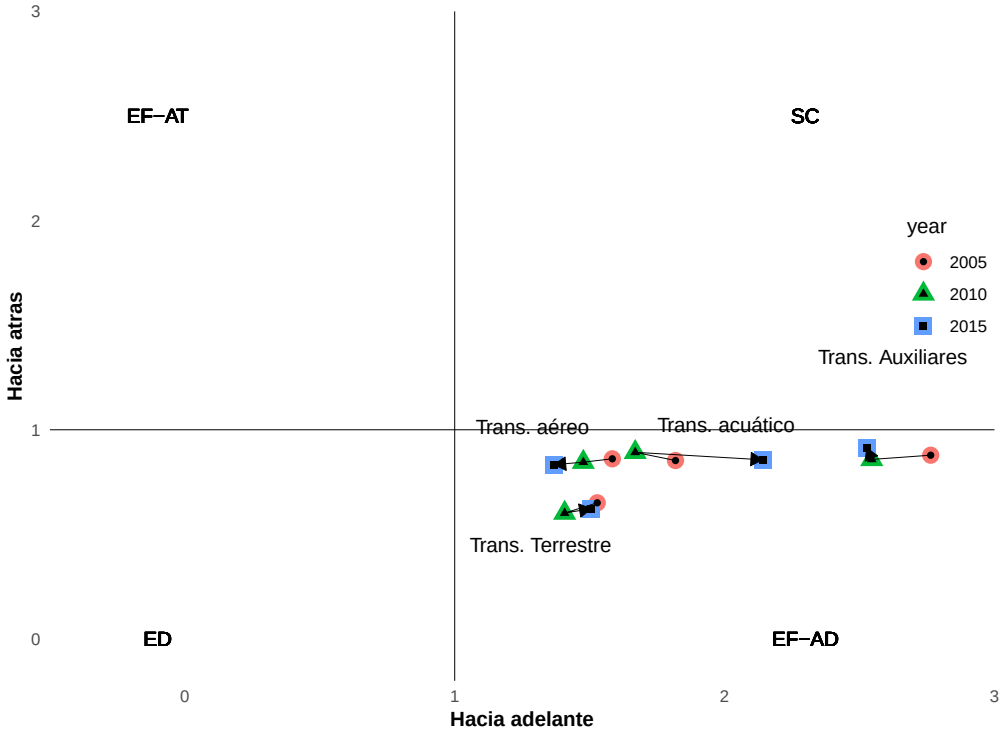
Anexo 1

Figura 9: Encadenamientos sectores de servicios públicos



Anexo 2

Figura 10: Encadenamientos de sectores de transporte



Anexo 3

Cuadro 15: Encadenamientos hacia atrás (2005-2015)

	Encadenamiento de Rasmussen			Ranking			Clasificación del sector		
Sector	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Carne y pescado	2,44	2,45	2,41	1	1	1	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Lácteos	2,28	2,26	2,21	2	2	2	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Trilla	2,16	2,11	2,14	3	3	3	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Aceites	2,07	2,08	1,99	4	4	5	SC	SC	SC
Azúcar	2,02	1,98	1,93	5	6	7	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Confiteria	2,01	1,95	1,94	6	8	6	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Cuero y calzado	1,99	1,98	1,89	7	7	11	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Muebles	1,98	1,93	1,86	8	11	13	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Alimentos manufacturado	1,97	1,92	1,90	9	12	10	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Hoteles y restaurantes	1,96	1,90	1,86	10	15	14	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Salud	1,96	2,00	1,99	11	5	4	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Madera	1,94	1,91	1,86	12	14	12	SC	SC	SC
Papel y cartón	1,94	1,94	1,92	13	9	8	SC	SC	SC
Molineria	1,94	1,91	1,85	14	13	15	SC	SC	SC
Prendas de vestir	1,94	1,83	1,76	15	16	19	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Metalurgia básica	1,92	1,93	1,91	16	10	9	SC	SC	SC
Fibras y tejidos	1,85	1,79	1,75	17	21	20	SC	SC	SC
Maquinaria mecánica	1,81	1,73	1,68	18	27	30	SC	SC	EF-AT
Esparcimiento no mercadc	1,81	1,79	1,80	19	22	17	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Edición	1,81	1,81	1,79	20	18	18	SC	SC	SC
Bebidas	1,81	1,76	1,73	21	25	23	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Caucho y plástico	1,80	1,81	1,73	22	19	22	SC	SC	SC
Industria no metálica	1,79	1,77	1,70	23	23	26	SC	SC	SC
Obras civiles	1,78	1,76	1,74	24	24	21	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Construcción	1,78	1,74	1,68	25	26	29	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Transporte acuático	1,76	1,80	1,72	26	20	24	SC	SC	SC
Textiles	1,74	1,71	1,65	27	31	33	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Tabaco	1,74	1,72	1,64	28	29	35	EF-AT	EF-AT	ED
Industria química	1,74	1,82	1,81	29	17	16	SC	SC	SC
Maquinaria Eléctrica	1,73	1,73	1,69	30	28	28	SC	SC	SC
Transporte aéreo	1,72	1,71	1,66	31	32	32	SC	SC	SC
Equipo de transporte	1,72	1,67	1,57	32	35	37	EF-AT	ED	ED
Electricidad	1,72	1,71	1,71	33	33	25	SC	SC	SC
Manufactura-ncp	1,70	1,72	1,69	34	30	27	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Transporte auxiliares	1,69	1,68	1,67	35	34	31	EF-AD	SC	SC
Gas	1,66	1,65	1,65	36	36	34	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Correo y telecomunicacior	1,66	1,64	1,62	37	37	36	EF-AD	ED	ED
Transporte Terrestre	1,59	1,58	1,53	38	39	42	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Esparcimiento mercado	1,58	1,55	1,53	39	41	43	DE	ED	ED
Ganaderia	1,57	1,60	1,56	40	38	38	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Refinación de petróleo	1,55	1,56	1,54	41	40	40	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Administración pública	1,55	1,54	1,54	42	42	39	DE	ED	ED
Mineria metálica	1,54	1,51	1,54	43	44	41	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Reparación de vehículos	1,54	1,52	1,47	44	43	45	EF-AD	EF-AD	EF-AD
comercio	1,51	1,50	1,46	45	45	46	DE	ED	ED
Finanzas y seguros	1,49	1,48	1,45	46	46	48	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Agua	1,46	1,46	1,48	47	48	44	DE	ED	ED
Pesca	1,45	1,46	1,45	48	47	47	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Alcantarillado	1,43	1,37	1,36	49	49	51	DE	ED	ED
Educación privada	1,41	1,37	1,35	50	51	52	DE	ED	ED
Agricultura	1,38	1,36	1,31	51	53	53	DE	ED	ED
Servicios empresariales	1,38	1,37	1,36	52	50	50	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Carbón	1,35	1,37	1,37	53	52	49	DE	ED	ED
Mineria no metálica	1,30	1,31	1,30	54	54	54	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Silvicultura	1,30	1,30	1,29	55	55	55	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Petróleo y gas	1,27	1,27	1,28	56	56	56	EF-AD	ED	ED
Educación pública	1,24	1,24	1,28	57	57	57	DE	ED	ED
Café	1,18	1,15	1,13	58	59	59	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Servicios inmobiliarios	1,16	1,15	1,15	59	58	58	DE	ED	ED
Servicio doméstico	1,00	1,00	1,00	60	60	60	DE	ED	ED

Anexo 4

Cuadro 16: Encadenamientos hacia adelante (2005-2015)

	Encadenamiento de Rasmussen			Ranking			Clasificación del sector		
Sector	2005	2010	2014	2005	2010	2014	2005	2010	2014
Servicios empresariales	2,51	2,57	2,50	1	1	1	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Papel y cartón	2,34	2,25	2,13	2	6	9	SC	SC	SC
Transporte auxiliares	2,31	2,24	2,20	3	7	8	EF-AD	SC	SC
Madera	2,27	2,37	2,30	4	4	6	SC	SC	SC
Electricidad	2,24	2,42	2,48	5	3	3	SC	SC	SC
Mineria no metálica	2,24	2,33	2,33	6	5	4	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Fibras y tejidos	2,23	2,03	1,99	7	14	15	SC	SC	SC
Silvicultura	2,21	2,10	2,10	8	11	12	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Reparación de vehiculos	2,18	2,13	2,11	9	10	11	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Caucho y plástico	2,17	2,06	1,96	10	13	14	SC	SC	SC
Edición	2,15	2,17	2,04	11	8	10	SC	SC	SC
Industria no metálica	2,10	2,16	2,27	12	9	7	SC	SC	SC
Café	2,09	2,03	1,98	13	15	13	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Finanzas y seguros	2,03	1,95	1,79	14	17	22	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Metalurgia básica	2,02	1,90	1,94	15	20	18	SC	SC	SC
Maquinaria Eléctrica	2,02	1,92	1,75	16	19	24	SC	SC	SC
Ganaderia	1,98	1,95	1,92	17	18	16	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Transporte acuático	1,94	1,86	1,95	18	22	20	SC	SC	SC
Mineria metálica	1,87	2,42	2,71	19	2	2	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Transporte Terrestre	1,87	1,82	1,87	20	24	21	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Aceites	1,86	1,97	1,91	21	16	17	SC	SC	SC
Gas	1,85	1,77	1,95	22	26	25	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Transporte aéreo	1,85	1,81	1,77	23	25	23	SC	SC	SC
Industria química	1,81	1,84	1,79	24	23	26	SC	SC	SC
Refinación de petróleo	1,80	2,08	2,42	25	12	5	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Molineria	1,80	1,88	1,92	26	21	19	SC	SC	SC
Pesca	1,80	1,67	1,75	27	28	27	EF-AD	EF-AD	EF-AD
Maquinaria mecánica	1,78	1,68	1,50	28	27	31	SC	SC	EF-AT
Petróleo y gas	1,76	1,59	1,33	29	32	37	EF-AD	ED	ED
Correo y telecomunicacior	1,71	1,49	1,46	30	35	35	EF-AD	ED	ED
Agricultura	1,62	1,63	1,63	31	30	29	DE	ED	ED
Textiles	1,59	1,36	1,28	32	42	41	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Azúcar	1,58	1,64	1,68	33	29	28	EF-AT	EF-AT	EF-AT
comercio	1,57	1,53	1,51	34	34	33	DE	ED	ED
Esparcimiento mercado	1,55	1,60	1,53	35	31	30	DE	ED	ED
Agua	1,53	1,41	1,36	36	38	39	DE	ED	ED
Alcantarillado	1,46	1,59	1,51	37	33	32	DE	ED	ED
Alimentos manufacturado	1,45	1,37	1,40	38	41	42	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Salud	1,43	1,48	1,50	39	36	34	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Bebidas	1,40	1,43	1,37	40	37	36	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Muebles	1,38	1,32	1,28	41	45	45	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Manufactura-ncp	1,38	1,17	1,26	42	51	46	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Carne y pescado	1,37	1,36	1,35	43	43	40	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Servicios inmobiliarios	1,36	1,39	1,36	44	39	38	DE	ED	ED
Equipo de transporte	1,33	1,37	1,32	45	40	44	EF-AT	ED	ED
Cuero y calzado	1,31	1,35	1,28	46	44	43	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Prendas de vestir	1,28	1,25	1,22	47	48	49	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Confiteria	1,26	1,25	1,24	48	49	50	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Hoteles y restaurantes	1,24	1,27	1,25	49	46	47	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Lácteos	1,23	1,26	1,25	50	47	48	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Trilla	1,20	1,22	1,16	51	50	51	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Obras civiles	1,17	1,13	1,11	52	53	54	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Esparcimiento no mercadc	1,17	1,17	1,12	53	52	52	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Construcción	1,13	1,10	1,08	54	55	56	EF-AT	EF-AT	EF-AT
Carbón	1,12	1,11	1,10	55	54	55	DE	ED	ED
Tabaco	1,08	1,10	1,15	56	56	53	EF-AT	EF-AT	ED
Administración pública	1,05	1,07	1,05	57	57	58	DE	ED	ED
Educación privada	1,05	1,05	1,06	58	58	57	DE	ED	ED
Educación pública	1,03	1,03	1,02	59	59	59	DE	ED	ED
Servicio doméstico	1,00	1,00	1,00	60	60	60	DE	ED	ED