

CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN SECTORIAL DE LAS REGIONES COLOMBIANAS: UN ANÁLISIS DE DESCOMPOSICIÓN ESTRUCTURAL

LUCAS WILFRIED HAHN-DE-CASTRO*

RESUMEN

El análisis de descomposición estructural estudia el cambio en la oferta sectorial y regional de una economía con base en el modelo de insumo-producto. Esta metodología se aplica para la economía colombiana, dividida en siete sectores y 25 regiones para los años 2004 y 2012. Se utilizó información estimada durante la elaboración del modelo CEER, un modelo de equilibrio general computable multirregional calibrado para ambos años. Se encuentra que, a pesar de la diversidad en los resultados entre regiones y sectores, el factor de cambio más importante fue el aumento generalizado en la demanda final.

Palabras clave: Análisis de descomposición estructural, SDA, Modelo CEER, economías regionales, análisis insumo-producto.

Clasificaciones JEL: R12, R15

* El autor es economista del Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) del Banco de la República en Cartagena. Correo electrónico: lhahndca@banrep.gov.co. Agradece los comentarios de Karelys Guzmán y Gerson Pérez, investigadores del CEER, de Jaime Bonet, gerente del Banco de la República en Cartagena, y de Alexander Guarín, investigador del departamento de modelos macroeconómicos. Una versión preliminar de este artículo se presentó en el Seminario de la Gerencia Técnica del Banco de la República, y apareció con el título de “Un ejercicio de descomposición estructural para Colombia”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, No. 237, CEER, Banco de la República. Las opiniones y posibles errores son de responsabilidad exclusiva del autor y no comprometen al Banco de la República o su junta directiva. Recibido: agosto 8 de 2016; aceptado: octubre 19 de 2016.

ABSTRACT

Changes in Sectorial Production of Colombian Regions: A Structural Decomposition Analysis

Structural decomposition analysis studies changes in the total output of different sectors and regions in an economy using the input-output model. This methodology is applied to the Colombian economy, divided in seven sectors and 25 regions for 2004 and 2012. Two sets of data are used, which are estimated during the elaboration for both years of the CEER model, a multi-regional model of computable general equilibrium. Although there are many differences in the results across regions and sectors, the most important factor of change during the period was the increase in final demand.

Key words: Structural Decomposition Analysis, SDA, CEER Model, regional economies, input-output analysis.

JEL Classifications: R12, R15

I. INTRODUCCIÓN

En una economía se pueden identificar dos tipos de demanda. La primera es la demanda final, que incluye el consumo de los hogares, la inversión privada, el sector público y el resto del mundo. Se caracteriza por no hacer parte de los procesos de producción que generan los sectores económicos: una vez se realiza el consumo, el proceso termina. De ahí que se denominen “demandas finales”. El segundo tipo de demanda sí hace parte de los procesos de producción de la economía y se conoce como “demanda intermedia”. Esta consiste en las compras de bienes y servicios que realizan los sectores productivos para su posterior uso como insumos en la producción de otros bienes y servicios.

La diferencia entre ambos tipos de demanda se puede ver más claramente con el ejemplo de las manzanas. Cuando una manzana es comprada por un hogar para su consumo inmediato, esta transacción se clasifica como demanda final. Pero si la misma manzana se utiliza como insumo para producir jugo en un restaurante, entonces su uso se clasifica como un bien intermedio.

La estructura de las demandas intermedias (qué sectores compran, a quién y dónde), así como las características de la demanda final (las cantidades demanda-

das y la distribución de la demanda entre todos los sectores y categorías), afectan de manera directa la oferta total de la economía.¹ El estudio de estos efectos permite entender dinámicas sectoriales y regionales que impactan el desempeño económico, como el incremento momentáneo de la demanda final (por ejemplo, un aumento temporal de las exportaciones) o el cambio en la distribución entre sectores (por ejemplo un mayor consumo de jugos naturales en lugar de bebidas procesadas).

Teniendo esto en cuenta, el presente trabajo busca identificar los factores más importantes detrás del cambio en la oferta de la economía colombiana. Para ello se utilizará el Análisis de Descomposición Estructural, o SDA por sus siglas en inglés. Esta metodología permite descomponer el cambio de la oferta en dos momentos del tiempo entre los cambios observados en las demandas finales e intermedias. La primera variable agrupa las demandas de los hogares, de los inversionistas, del sector público y del resto del mundo (las exportaciones), mientras que la segunda refleja las compras de insumos realizadas por los sectores para alimentar sus procesos de producción.

Los ejercicios de SDA suelen tener dos dimensiones. La primera y más importante es la dimensión sectorial. En ésta se estudia la diversidad que presentaron los distintos factores en la oferta de los sectores. Se trata de determinar, por ejemplo, que para cierto sector una mayor oferta de su producto se debió principalmente al aumento en la demanda final del bien que produce, mientras que para algún otro sector el cambio en las relaciones comerciales que mantiene con el resto de sectores fue el que impulsó la mayor producción.

La segunda dimensión es la regional. Así como se estudian los sectores productivos, el análisis de descomposición puede realizarse para distintas unidades en el espacio. Suelen tomarse los países como objeto de análisis, pero también es posible estudiar distintas regiones de un mismo país. Hay que tener en cuenta que la dimensión regional permite identificar dinámicas particulares de países o regiones individuales, y esto puede ser fundamental para entender el funcionamiento de una economía que presenta heterogeneidad en el espacio. Esto teniendo en cuenta las grandes disparidades entre las regiones colombianas, señaladas por Galvis y Meisel (2013). Los análisis realizados para el agregado nacional suelen ignorar la diversidad territorial que presentan los resultados de un ejercicio regional.

¹ La oferta tiene en cuenta tanto la producción doméstica de bienes y servicios como las importaciones.

Este trabajo utiliza la base de datos estimada durante la elaboración del modelo CEER, un modelo de equilibrio general multirregional computable que se configuró para los años 2004 y 2012. Esta información se encuentra en la forma de dos matrices insumo producto que contienen estimaciones de las demandas intermedias, las demandas finales y la oferta total para siete sectores productivos y 25 regiones.²

El principal aporte de este ejercicio es el hallazgo de que, en los últimos años, la mayor producción de la economía colombiana se debe principalmente a un aumento en la demanda final. Al desagregar por regiones y sectores se encuentran variaciones pero, en general, este fue el principal factor de crecimiento económico. Dicho resultado indica que la economía colombiana depende más del nivel de la demanda final que de mejoras tecnológicas o en productividad. En otras palabras, los cambios en producción se deben mayoritariamente a las variaciones en la demanda agregada.

El documento se divide en seis secciones. En la segunda sección se hace una breve revisión de la literatura de SDA. En la tercera se explica la metodología, mientras que en la cuarta se describe el conjunto de datos utilizados y las posibles limitaciones del estudio. La quinta contiene los resultados del ejercicio y la sexta, las conclusiones.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El primer estudio de SDA fue realizado para la economía japonesa por Chenery, *et al.* (1962) para dos períodos, 1914 - 1935 y 1935 - 1954. Los autores encontraron que durante el primero, los factores que impulsaron el crecimiento de la producción fueron las demandas interna y externa. La demanda final y las exportaciones, en particular de productos textiles, fueron las de mayores efectos sobre la producción. Pero para el segundo periodo, que comprende la época de la Segunda Guerra Mundial y la post guerra en Japón, los elementos determinantes estuvieron más relacionados con las características internas del país. Las exportaciones cayeron sustancialmente, mientras que las importaciones aumentaron y se posicionaron como sustitutos de materias primas domésticas, así como de bienes

² Para mayor información sobre la estimación del modelo CEER, ver Haddad, *et al.* (2016).

manufacturados. El factor determinante detrás del proceso de industrialización fue la oferta limitada de recursos naturales. Para sobreponerse a esta limitación, Japón debió evolucionar su sistema productivo al de una economía desarrollada, en donde inicialmente las materias primas se importan y luego se exportan bienes manufacturados que contienen un mayor valor agregado.

Para el caso de Estados Unidos, el primer estudio de SDA fue el de Vaccara y Simon (1968). Se descompuso el cambio en la oferta de cada uno de los sectores en dos componentes: el que se debió al cambio en la demanda final y el que se debió al cambio en los coeficientes técnicos. Este último representa la variación en la estructura de las demandas intermedias entre sectores. No necesariamente implica cambio tecnológico: pueden estar contenidos también cambios en la mezcla de los productos (las industrias varían su demanda de ciertos insumos por otros), o variaciones en los coeficientes que reflejan la no linealidad de las funciones de producción. Se usaron dos matrices insumo producto configuradas para los años 1947 y 1958 en 42 sectores productivos. Una de las principales conclusiones de Vaccara y Simon es que el aumento en la demanda final fue el factor que explicó la mayor parte de la evolución en la oferta sectorial del país.

Estos dos trabajos abrieron el paso a una amplia literatura empírica, que inicialmente estudiaba las variaciones en la oferta total de la economía. Entre los más citados se encuentran los trabajos de Feldman, *et al.* (1987) y Skolka (1989). El primero estudia el cambio en la oferta sectorial de 400 industrias en Estados Unidos para el período 1963 - 1978. Se encontró que el cambio en la demanda final es el efecto determinante del cambio en la oferta para la mayoría de industrias. Sin embargo, las que mejor se desempeñaron muestran lo contrario: el factor predominante fue el generado por el cambio en los coeficientes. El mismo efecto se observó para las industrias de peor desempeño. Los autores mostraron que el 5% de los sectores más dinámicos y el 5% de menor crecimiento dependieron en mayor medida del cambio en coeficientes, por encima del cambio en demanda final.

Skolka (1989), por su parte, realizó un ejercicio de descomposición para Austria entre 1964 y 1976 con 19 industrias, aunque solo publicó los resultados del agregado nacional. Se descompuso el cambio en el empleo y en el valor agregado del país en tres factores de cambio: tecnológico, demanda final interna y demanda final externa. Se encontró que las variaciones en la estructura de las demandas intermedias fueron importantes para la evolución del valor agregado y del empleo. En el primer caso contribuyeron con el 26,4%, mientras que en el segundo con el

33,8%. Pero, para el valor agregado el factor principal fue el cambio en la demanda final externa, con el 55,6%, mientras que para el empleo fue la demanda final interna con el 46,3%. Se concluye que la estructura del valor agregado cambia principalmente debido a la competitividad internacional de algunas de las industrias domésticas, mientras que la estructura del empleo es sensible a los sectores que surten los mercados de bienes finales nacionales.

El mayor uso del SDA en la literatura empírica motivó a Rose y Casler (1996) a estudiar la metodología de manera más exhaustiva, sus debilidades y fortalezas, y su relación con otras similares como el *Shift Share* y el *Index Decomposition Analysis* (IDA). Una limitación importante del IDA es que no incorpora los efectos indirectos que se generan en la economía cuando se incrementa la demanda de bienes y servicios, mientras que el SDA, al utilizar la matriz inversa de Leontief, sí los tiene en cuenta. Sin embargo, esta última tiene un problema de no-exclusividad en las ecuaciones de descomposición: existen, para un mismo conjunto de información, varias formas analíticas de la metodología que permiten obtener resultados diferentes. Por otro lado, las funciones de producción en el modelo insumo-producto no siguen las condiciones convencionales de una función de producción neoclásica (en particular, que sea convexa y diferenciable). Esta es una clara limitación del modelo. No obstante, Rose y Casler argumentan que la aproximación de las funciones usadas por la teoría insumo-producto son válidas cuando el tamaño del cambio en la oferta es pequeño.

Hoekstra y Van den Bergh (2003), siguiendo lo señalado por Rose y Casler (1996), estudiaron de forma particular las diferencias y similitudes entre el SDA y el IDA. El IDA tiene la ventaja de que no requiere de datos desagregados para su implementación. Por lo tanto, es mucho más fácil de realizar cuando se quiere estudiar múltiples países. El SDA se lleva a cabo con matrices de insumo producto, que requieren de información sectorial y regional muy desagregada, lo cual complica su uso. Sin embargo, este aspecto es también una limitación del IDA. La naturaleza agregada del método le impide llegar a resultados más profundos y con mayor detalle. Por esta razón, el IDA ha sido más popular en estudios cuyo principal objetivo es comparar muchos países o periodos de tiempo, mientras que el sda depende de la disponibilidad de matrices de insumo producto.

Desde una perspectiva regional, Miller y Shao (1994) realizaron el primer estudio de la economía estadounidense para 1963 y 1977. El análisis de descomposición del producto se hizo para nueve regiones y 10 sectores productivos, donde los factores de cambio son tres: la estructura del comercio entre regiones,

la estructura de los coeficientes técnicos y la demanda final. Los efectos del cambio en la demanda final surgen de una variación en el monto total demandado o en su distribución entre sectores. El primero se conoce como el efecto nivel y el segundo como el efecto mezcla. Los autores encuentran que entre 1963 y 1977, para la mayoría de los sectores, el factor determinante fue el efecto nivel de la demanda final. Por otro lado, para los sectores más dinámicos los coeficientes técnicos fueron un factor casi igual de importante que la demanda final, mientras que para los sectores de menos crecimiento fue menos importante.

La oferta total no es la única variable que se ha estudiado desde el marco de SDA. Otras variables económicas como el empleo, el comercio y el valor agregado también han sido estudiadas por la literatura de descomposición. Rueda (2006), siguiendo la línea metodológica de Skolka (1989), hizo una descomposición del valor agregado y del empleo para las regiones de Madrid y Andalucía, en España. En su caso, en vez de comparar dos matrices en dos años distintos, se utiliza el método de descomposición para comparar dos regiones diferentes, lo que le permite evaluar si las diferencias en empleo y valor agregado entre regiones se deben a factores tecnológicos o a diferencias en sus patrones de comercio interno y externo. Para el valor agregado, el factor más importante es el componente del comercio exterior, mientras que en el empleo es la estructura de comercio interna. Las importaciones de insumos y bienes finales también inciden en las diferencias regionales.

La literatura de descomposición más reciente se ha ocupado de estudiar variables relacionadas con el medio ambiente. El trabajo de Hoekstra y Van den Bergh (2002) describe varios planteamientos metodológicos que permiten estudiar la relación entre la estructura económica de los sectores productivos y los flujos de sustancias que generan impactos ambientales. En particular, dos variables han sido de mucho interés: la emisión de CO₂ y el consumo de energía por parte de los sectores productivos. Los autores no realizan una aplicación empírica de los métodos discutidos; solo describen los fundamentos teóricos que conectan la teoría de insumo-producto con el estudio de variables medio ambientales. También se incluye una revisión muy completa de la literatura que hasta el momento se había ocupado de estudiar los flujos físicos usando el SDA.

Zhang y Lahr (2014) analizaron el consumo intermedio de energía de China entre 1987 y 2007 desde una perspectiva regional. Emplearon una metodología de descomposición multiplicativa, que les permite identificar seis factores de cambio asociados a tres grupos: los requerimientos de energía por unidad de

producción, la estructura de las demandas intermedias y la estructura de demandas finales. El aumento en el consumo energético de los sectores productivos se debió a los incrementos sustanciales en la demanda final de bienes y servicios chinos, que han opacado a las mejoras en la eficiencia energética. Una conclusión interesante es que la energía fluye de manera directa e indirecta, mediante los flujos de bienes y servicios intensivos en energía, hacia las regiones costeras del país.

Wier (1998) estudió las fuentes del cambio en las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO) y óxidos de nitrógeno (NO) para la economía danesa entre 1966 y 1988. Durante ese periodo, el consumo de energía de los sectores productivos tuvo un alto crecimiento que se reflejó en una mayor emisión de CO_2 y NO, mas no en la de SO. Para analizar los factores detrás de estos cambios, el autor usa dos conjuntos nacionales de tipo insumo-producto que contienen información para 117 sectores. Se identifican seis factores de cambio: la composición y el nivel de la demanda final, los coeficientes técnicos, la composición de la demanda de combustibles (demanda de cada tipo de combustible por unidad de demanda final), las emisiones de cada gas por unidad de consumo energético y la intensidad energética (la demanda de energía por unidad de producto). Se muestra que los sectores productivos son los principales contribuyentes del aumento en las emisiones, por encima del consumo de los hogares. El incremento de la demanda final es el factor que más pesa en el cambio de las emisiones; sin embargo, un cambio en la composición de la demanda de combustibles es el mayor responsable de la disminución en emisiones de SO, que a su vez generó una mayor emisión de CO_2 y NO.

Chang y Lin (1998) encontraron algo parecido para la economía de Taiwán entre 1981 y 1991. Los autores dividen la demanda final en dos categorías: exportaciones y demanda doméstica. Usan datos oficiales de insumo-producto para 34 industrias y encuentran que el principal factor detrás del incremento de las emisiones de CO_2 es el aumento de los montos totales de la demanda doméstica y las exportaciones. Sin embargo, factores como una reducción en la intensidad del CO_2 (medida como la emisión de CO_2 por unidad de valor agregado), así como la mezcla de la demanda doméstica entre los sectores, contribuyeron a disminuir las emisiones de carbono. Recomiendan que sectores con intensidades de CO_2 muy altas, como los productos químicos, reduzcan sus inversiones a futuro.

Para el caso colombiano, hasta el momento no se ha realizado un ejercicio de SDA. Una metodología de descomposición que sí ha sido usada es el *Shift Share*. Esta permite descomponer el crecimiento de una variable en varios componentes:

el efecto nacional, el efecto estructural y el efecto regional. Ayala (2014) la implementó para la ciudad de Ibagué durante el periodo 2002–2013 y encontró que la caída en el empleo de la ciudad se debió en mayor medida al efecto regional que al efecto estructural. Si bien para el agregado sectorial ambos efectos fueron negativos, se puede ver bastante variación entre sectores.

Galvis (2000) estudió el empleo manufacturero usando el *Shift Share* para las principales áreas metropolitanas del país entre 1974 y 1996. Observó que la dinámica sectorial en las regiones fue menor que la nacional, donde Bogotá jugó un papel importante debido a su influencia en el crecimiento nacional del empleo. Concluye también que el componente regional fue el determinante del cambio en el empleo de las regiones, más que el efecto de la composición industrial.

En cuanto al crecimiento regional, Bonet (1999) aplicó esta metodología para las regiones colombianas entre 1980 y 1996. Encontró que el componente regional, a diferencia del estructural, es el determinante del crecimiento económico de los departamentos. Bogotá y Cundinamarca presentan efectos netos positivos y elevados, en parte por la presencia de procesos de aglomeración económica, mientras que en La Guajira y los nuevos departamentos sucede lo mismo, pero por la explotación de recursos mineros.

III. METODOLOGÍA

La ecuación básica del análisis insumo producto en términos matriciales es:

$$x^1 = L^1 f^1 \quad (1)$$

Donde,

x^1 es un vector que contiene los valores de oferta de la economía,

L^1 es la matriz de Leontief con los requerimientos totales y

f^1 es un vector con las demandas finales de cada uno de los sectores productivos, todas estas obtenidas para el periodo 1.

Para el periodo 2 habrá otra ecuación similar a la anterior:

$$x^2 = L^2 f^2 \quad (2)$$

Tanto la oferta de la economía como las matrices de Leontief y demandas finales son susceptibles a cambios en el tiempo. Estos cambios se definen de la siguiente manera:

$$\Delta x = L^2 f^2 - L^1 f^1 \quad (3)$$

$$\Delta L = L^2 - L^1 \quad (4)$$

$$\Delta f = f^2 - f^1 \quad (5)$$

El siguiente paso es reescribir la Ecuación 3 en términos del cambio observado en la demanda final y en la matriz de Leontief, que se expresan en las Ecuaciones 4 y 5. Hay dos formas de hacerlo. La primera opción es reescribir las Ecuaciones 4 y 5 de la siguiente manera:

$$L^2 = \Delta L + L^1 \quad (6)$$

$$f^1 = f^2 - \Delta f \quad (7)$$

En este caso se despejan tanto la matriz final L^2 como el vector inicial f^1 . Se reemplazan en la Ecuación 3 y se obtiene la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \Delta x &= (\Delta L + L^1) f^2 - L^1 (f^2 - \Delta f) \\ \Delta x &= \Delta L f^2 + L^1 \Delta f \end{aligned} \quad (8)$$

La Ecuación 8 muestra que el cambio observado en la oferta se puede descomponer en dos factores: uno que depende del cambio en la matriz de Leontief (Δf) y otro que depende del cambio en la demanda final (ΔL). También aparecen el vector de demanda final del segundo periodo y la matriz de Leontief inicial.

La segunda opción resulta de reescribir las Ecuaciones 4 y 5 de una manera distinta. En este caso, se despejarán la matriz de Leontief inicial L^1 y el vector de demanda del periodo final f^2 :

$$L^1 = L^2 - \Delta L \quad (9)$$

$$f^2 = \Delta f + f^1 \quad (10)$$

Nótese que se despejaron los opuestos a las Ecuaciones 6 y 7. Se realiza el mismo procedimiento y se reemplazan las Ecuaciones 9 y 10 en la Ecuación 3:

$$\begin{aligned} \Delta x &= L^2 (\Delta f + f^1) - (L^2 - \Delta L) f^1 \\ \Delta x &= L^2 \Delta f + \Delta L f^1 \end{aligned} \quad (11)$$

Las Ecuaciones 8 y 11 son similares. Se puede pensar que son expresiones paralelas, ya que en ambos casos se divide el cambio en la oferta entre sus respectivos componentes. Una parte le corresponde al cambio de la demanda final y la otra al cambio en la matriz de Leontief. Sin embargo, cada componente se encuentra acompañado de un término diferente en (8) y en (11). Véase, por ejemplo, la variable Δf . En la Ecuación 8 se encuentra multiplicada por L^1 . Sin embargo, en la Ecuación 11 se encuentra multiplicada por L^2 . Esto muestra que la diferencia en ambas ecuaciones es la ponderación de sus componentes. Para resolver esta situación, suele utilizarse el promedio de las dos formas funcionales. Es decir, se suman las Ecuaciones 8 y 11 en una sola. Esto da como resultado la siguiente expresión:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \Delta L(f^1 + f^2) + \frac{1}{2} (L^1 + L^2) \Delta f \quad (12)$$

El primer término, $\frac{1}{2} \Delta L(f^1 + f^2)$, es el efecto que tuvo el cambio en la matriz de Leontief sobre la evolución de la oferta Δx . Ya no se tiene en cuenta únicamente la demanda final del primer periodo o del último, sino una medida promedio de las demandas finales observada en ambos momentos: $\frac{1}{2}(f^1 + f^2)$. Con el segundo término, $\frac{1}{2}(L^1 + L^2)\Delta f$, sucede lo mismo. Es la porción del cambio en la oferta que se atribuye al cambio en la demanda final, teniendo en cuenta que la matriz de Leontief pudo haber variado entre ambos años. En este caso se pondera usando la matriz de Leontief promedio.

La descomposición del cambio de la oferta en sus dos factores se puede seguir desagregando para cada uno de sus componentes. Por motivos de extensión, los detalles de la metodología se dejarán por fuera del desarrollo de este trabajo. Es posible verlos en Miller y Blair (2009). A continuación se presentan únicamente las ecuaciones finales de descomposición más desagregadas que se utilizan para cada uno de sus elementos: el de demanda final y el de coeficientes técnicos.

A. Cambios en la demanda final

La Ecuación 13 muestra que el cambio en el vector de demandas finales se puede dividir en tres efectos, los cuales se encuentran en función del mismo nú-

mero de elementos: n , B y d . El primero es un escalar que contiene el monto total de las demandas finales. El segundo es una matriz que contiene las participaciones de los sectores en cada categoría de demanda final. Y el tercero es una matriz que contiene las participaciones de la demanda final total en cada categoría. Cada uno de estos elementos puede cambiar en el tiempo.

$$\Delta f = \frac{1}{2} \left[\Delta n (B^1 d^1 + B^2 d^2) \right] + \frac{1}{2} \left[n^1 \Delta B d^2 + n^2 \Delta B d^1 \right] + \frac{1}{2} \Delta d \left[n^1 B^1 + n^2 B^2 \right] \quad (13)$$

En la Ecuación 13 también se ven tres efectos, donde cada uno depende del cambio en uno de ellos. El primero,

$$\frac{1}{2} \left[\Delta n (B^1 d^1 + B^2 d^2) \right]$$

depende del cambio en el monto total de la demanda final entre ambos años y se conoce como el efecto nivel. Representa la porción del cambio en el vector de demandas finales que se debió a la variación de su nivel agregado. Es, por lo tanto, una medida de la sensibilidad de los sectores productivos ante expansiones o contracciones de la economía como un todo.

El segundo elemento,

$$\frac{1}{2} \left[n^1 \Delta B d^2 + n^2 \Delta B d^1 \right]$$

es el efecto mezcla y es la porción del cambio en el vector de demanda final que se atribuye a la variación en la distribución entre sectores, dentro de una misma categoría de demanda final. Por ejemplo, es posible que en un periodo un sector específico tenga una mayor participación en el consumo de los hogares, pero que al siguiente no sea así. Cuando esto sucede, el efecto mezcla es el que captura el impacto que tienen cambios en la composición sectorial sobre la oferta.

Finalmente, el último componente,

$$\frac{1}{2} \Delta d \left[n^1 B^1 + n^2 B^2 \right]$$

es el efecto distribución y representa el impacto de cambios en la asignación de demandas finales de toda la economía en cada una de sus categorías. Por ejemplo, si el consumo representa el 50% de la demanda en el primer periodo pero sólo el 20% en el segundo, este cambio generaría un impacto sobre la oferta que es capturado por el efecto distribución.

B. Cambios en la matriz de Leontief

El cambio observado en la matriz de Leontief se puede descomponer en k términos, uno para cada uno de los sectores productivos. Cada uno depende de dos elementos: 1) las matrices de Leontief de ambos periodos, L^1 y L^2 , y 2) los cambios en los coeficientes técnicos de cada sector, o sus “recetas productivas”.

$$\Delta L = \sum_{j=1}^k (L^2 \Delta A^j L^1) \quad (14)$$

Esto se logra calculando el cambio en la matriz A entre los dos periodos; es decir, se obtiene ΔA . Luego se divide la información de la matriz ΔA en k matrices ΔA^j , que contienen ceros en todos sus elementos a excepción de la columna j donde se ubica el cambio en los coeficientes técnicos de la columna j . Esta matriz contiene únicamente el cambio en los coeficientes del sector j en la columna j y ceros en el resto. Por lo tanto, al sumar todas las matrices ΔA^j se obtiene ΔA :

$$\Delta A = \sum_{j=1}^n \Delta A^j \quad (15)$$

De esta forma la descomposición del cambio en la matriz de requerimientos totales se realiza para cada uno de los sectores productivos. Dependiendo de la evolución en sus coeficientes técnicos, cada sector participará en una mayor o menor medida en la oferta total. Se puede pensar que este componente es el efecto que tienen los cambios en las recetas productivas de los sectores económicos sobre la oferta total de la economía. Por “receta” se entiende el conjunto de coeficientes técnicos de cada sector, que refleja la información de compra de insumos hacia el resto de sectores y regiones.

Los cambios de coeficientes pueden darse por muchas razones. Pueden ser por cambios en los precios relativos de los insumos nacionales, que a su vez incentivan a los sectores a sustituir algunos de sus insumos por otros más económicos. La innovación tecnológica es otro factor que afecta la estructura de las demandas intermedias, así como variaciones institucionales que se pueden dar debido a nuevas regulaciones o a políticas tributarias. Un mayor flujo de insumos productivos desde el extranjero también afectará los coeficientes de la matriz A .

La ecuación de descomposición final se calcula reemplazando las desagregaciones (13) y (14) en la ecuación básica de descomposición (Ecuación 12). Se obtiene así la evolución del producto como función de cada uno de sus componentes:

$$\Delta x = \left\{ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [L^2 \Delta A^j L^1 (f^1 + f^2)] \right\} + \frac{1}{2} (L^1 + L^2) \left\{ \frac{1}{2} [\Delta n (B^1 d^1 + B^2 d^2)] + \frac{1}{2} [n^1 \Delta B d^2 + n^2 \Delta B d^1] + \frac{1}{2} \Delta d [n^1 B^1 + n^2 B^2] \right\} \quad (16)$$

Donde se encuentran los siguientes:

$$\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [L^2 \Delta A^j L^1 (f^1 + f^2)]$$

que es la porción del cambio en la oferta debida al cambio de los coeficientes técnicos; y

$$\frac{1}{2} (L^1 + L^2) \left\{ \frac{1}{2} [\Delta n (B^1 d^1 + B^2 d^2)] + \frac{1}{2} [n^1 \Delta B d^2 + n^2 \Delta B d^1] + \frac{1}{2} \Delta d [n^1 B^1 + n^2 B^2] \right\}$$

que es la porción del cambio en la oferta debida al cambio en la demanda final. Contiene los efectos nivel, mezcla y distribución.

IV. DATOS

Los datos usados en este documento son dos matrices insumo producto multirregionales, estimadas durante el proceso de elaboración del modelo CEER para los años 2004 y 2012. Estas matrices hacen parte de las estimaciones realizadas durante el desarrollo del modelo, que se configuró para ambos años mediante una colaboración entre el Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER), del Banco de la República, y la Fundación Instituto de Investigaciones Económicas (FIPE), de la Universidad de São Paulo. La estimación de los datos se realizó en dos etapas. En la primera se construyó la matriz nacional, para lo cual se utilizaron las matrices de “utilización” y “oferta” producidas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). En la segunda etapa se regionalizó la información, para lo cual se siguió la metodología de Chenery-Moses.³ El proceso

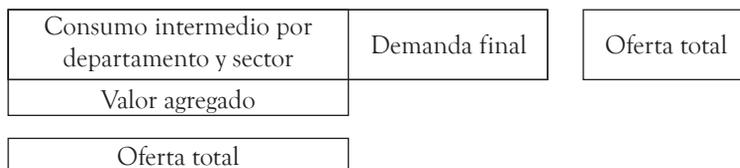
³ Algunos detalles de la metodología de estimación se observan en Haddad, *et al.* (2016). También Miller y Blair (2009) describen el procedimiento de estimación del modelo insumo producto multi-regional (MRIO), conocido como Chenery-Moses.

de estimación del modelo para el año 2012 se presenta en Haddad, *et al.* (2016). Se supone una tecnología basada en el sector (*industry-based technology*).

La desagregación regional y sectorial implementada corresponde a 33 regiones y siete sectores productivos. Estos últimos son: 1) agropecuario; 2) minería; 3) industria manufacturera; 4) construcción; 5) transporte; 6) administración pública; y (7) otros servicios. Para este trabajo se agregan en una sola región los departamentos de Amazonas, Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Putumayo, San Andrés, Vaupés y Vichada. Estos comercian poco con el resto, por lo que pequeños cambios en los flujos de bienes y servicios son más significativos para ellos que para los antiguos departamentos, cuyas economías tienen un menor desarrollo económico relativo y unos patrones de comercio mejor establecidos. La mayor sensibilidad de estos nuevos departamentos a cambios en los patrones de comercio hace más volátiles sus coeficientes interregionales, lo que a su vez afecta la matriz de Leontief. Por esta razón se decidió estudiarlos de forma agrupada en una sola región. Los antiguos departamentos se analizan de forma individual y son: Antioquia, Atlántico, Bogotá D.C., Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Chocó, Huila, Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle del Cauca. La desagregación departamental del análisis permite estudiar la presencia de dinámicas regionales con un enfoque más preciso que el utilizado al dividir el país en, por ejemplo, cinco o menos regiones. En este sentido, los departamentos del Caribe colombiano comparten características culturales similares, pero en términos de su estructura productiva presentan diferencias importantes.

De ahora en adelante se define un “renglón” como una observación del modelo. El renglón representa un sector económico localizado en una región determinada, por ejemplo, el sector industrial en Antioquia o el sector agropecuario en Tolima. Ya que hay 25 regiones y siete sectores productivos, el presente estudio contiene 175 renglones. Cada renglón consume bienes intermedios y genera un valor agregado en el desarrollo de su actividad productiva. La suma de estos dos representa su oferta total. Simultáneamente, cada uno realiza ventas de bienes intermedios para el resto de sectores, así como ventas para satisfacer demandas finales. La suma de ambas variables también constituye la oferta total. Mientras que la primera es la suma por columnas de la matriz insumo-producto, la segunda es la suma por filas. El Gráfico 1 muestra cómo se encuentra organizada la información de ambas matrices insumo-producto.

GRÁFICO 1
Estructura de los datos en el formato insumo producto



Fuente: Elaboración propia.

Ambas matrices se estimaron con precios básicos. La matriz de 2004 se estimó con precios corrientes, pero para realizar un ejercicio de SDA es necesario contar con ambas bases de datos valoradas a los precios del mismo año. Por esta razón se trajeron a precios del 2012 los datos del primer modelo mediante la aplicación de deflatores implícitos del PIB por renglón, que se calcularon usando los datos de las cuentas nacionales departamentales publicadas por el DANE. A continuación se presentan algunas cifras agregadas de las matrices para 2004 y 2012, con las actualizaciones aplicadas. El Cuadro 1 muestra las estimaciones agregadas de las demandas intermedias, demandas finales y oferta total por departamento.

Es importante resaltar que la demanda final para las regiones no representa su valor agregado. Por definición, ambas variables coinciden para el agregado nacional. Sin embargo, para un sector o región en particular, el valor agregado generado en su proceso productivo no tiene que igualarse a la demanda final de su producto. La variable que sí debe ser igual para todos los renglones del modelo es la oferta total. Esto significa que un bien no puede aparecer o desaparecer de la nada; todo lo que se demanda debe ser igual a todo lo que se ofrece. La oferta total se puede calcular de dos formas para cada renglón: como la suma de las compras intermedias y el valor agregado (los ingresos), o como la suma de las ventas intermedias y las ventas finales (los gastos). Estas dos sumas deben ser equivalentes para cada sector y región. Dado que las compras intermedias suelen diferir de sus ventas intermedias, el valor agregado difiere de la demanda final.

Por otro lado, la comparación de las matrices del modelo CEER 2004 y 2012 presenta una limitación. Los datos de 2004 se estimaron con base en las cuentas nacionales del DANE del momento, que se elaboraban usando una metodología con año base de 1994. Para los datos de 2012, se usaron las cifras del DANE con

CUADRO 1
*Colombia: Descripción regional de la demanda intermedia,
 final y oferta total estimados por departamento*
 (millones de pesos de 2012)

Departamento	2004			2012		
	Demanda intermedia	Demanda final	Oferta total	Demanda intermedia	Demanda final	Oferta total
Antioquia	30.995.327	58.707.383	89.702.710	51.996.165	96.514.679	148.510.844
Atlántico	12.960.786	17.117.433	30.078.219	16.172.919	27.949.506	44.122.426
Bogotá D.C.	52.158.094	94.830.035	146.988.129	89.754.973	173.844.372	263.599.346
Bolívar	12.909.702	16.691.928	29.601.630	18.734.272	31.133.792	49.868.064
Boyacá	4.947.668	7.727.380	12.675.048	12.516.223	20.214.592	32.730.815
Caldas	5.954.086	7.717.095	13.671.180	5.279.286	11.199.602	16.478.888
Caquetá	987.169	1.925.715	2.912.884	1.070.205	3.966.508	5.036.713
Cauca	4.251.343	6.187.749	10.439.092	5.949.591	11.622.696	17.572.288
Cesar	3.805.674	9.633.294	13.438.968	4.972.230	15.978.691	20.950.921
Chocó	620.894	1.378.489	1.999.383	2.505.997	2.664.376	5.170.373
Córdoba	4.671.733	6.274.767	10.946.500	7.568.491	11.970.589	19.539.079
Cundinamarca	9.959.408	25.791.227	35.750.635	22.431.178	38.272.290	60.703.468
La Guajira	2.380.083	7.291.759	9.671.842	1.849.512	10.043.891	11.893.403
Huila	3.724.974	8.993.784	12.718.759	5.926.513	14.378.553	20.305.065
Magdalena	3.049.296	5.507.613	8.556.909	4.450.213	10.232.985	14.683.198
Meta	4.179.321	7.415.902	11.595.223	16.387.511	35.427.959	51.815.471
Nariño	3.554.102	7.347.687	10.901.789	4.846.578	11.705.790	16.552.368
Norte de Santander	3.242.597	6.610.983	9.853.580	5.267.783	12.528.842	17.796.624
Quindío	1.766.288	3.070.739	4.837.027	2.416.909	6.448.349	8.865.257
Risaralda	4.012.675	6.753.902	10.766.577	5.119.997	10.858.493	15.978.490
Santander	14.237.595	20.212.731	34.450.325	35.601.931	53.736.366	89.338.297
Sucre	1.543.203	2.660.767	4.203.971	2.740.279	6.318.074	9.058.354
Tolima	5.155.338	8.589.440	13.744.778	8.049.191	15.995.135	24.044.326
Valle	29.222.840	38.566.140	67.788.980	40.928.062	65.423.755	106.351.817
Nuevos deptos.	8.462.693	28.182.747	36.645.440	12.772.680	25.075.318	37.847.998
Total	228.752.891	405.186.687	633.939.578	385.308.688	723.505.204	1.108.813.893

Fuentes: Cifras del modelo CEER, 2004 y 2012.

la metodología más reciente, que es la del año base 2005. Este cambio en la metodología del DANE entre ambos años en sus cuentas nacionales debe ser tenido en cuenta al momento de comparar las matrices. A continuación se hace una descripción de los cambios entre ambas metodologías. Estos se encuentran descritos con mayor detalle en el documento DANE (2011).

El cambio en la metodología entre los años base 1994 y 2005 se puede resumir en tres grupos. El primero se refiere a las clasificaciones de los sectores y las fuentes de información que se usaron. Se identificaron tres cambios importantes:

1. La clasificación de productos de café. En la metodología anterior, el cultivo de café incorporaba hasta la producción de café verde o trillado. La nueva metodología incluye únicamente hasta la etapa de la producción de café pergamino. Esto implica una reducción en el tamaño de la actividad cafetera y un aumento en el sector de procesamiento de café.
2. La clasificación de minerales metálicos. La nueva metodología incluye la producción de oro en bruto dentro de la actividad minera, mientras que el oro transformado en la actividad industrial. Anteriormente ambos se registraban en el primer sector.
3. La clasificación de la salud. Debido a cambios institucionales en el sector, la nueva metodología agrega los servicios de salud de mercado y no mercado en un solo sector. La metodología anterior los reportaba de forma desagregada.

El segundo componente se refiere a los cambios metodológicos y de concepto entre ambos años base. Se identifican dos variaciones importantes en la metodología:

1. La definición de la producción agrícola. En la metodología anterior, el proceso de producción se definía desde la siembra del producto hasta su cosecha. En la nueva se define desde el momento en que se cosecha; es decir, desde que el momento en que el producto entra a hacer parte de la oferta.
2. La definición de la producción del Banco de la República. En la metodología anterior, la producción de esta institución se medía de la misma manera que la de los bancos comerciales: usando la diferencia entre los rendimientos financieros recibidos y pagados. Dado que la función del Banco Central no es la de generar excedentes por su intermediación, la

nueva metodología mide la producción de la institución siguiendo las recomendaciones internacionales, es decir, usando la sumatoria de los gastos de funcionamiento.

El último grupo de cambios metodológicos son los estadísticos. Se identificaron dos cambios importantes.

1. Cambio en la medición de los Servicios de Intermediación Financiera Medidos Indirectamente (SIFMI). La metodología anterior incluía los rendimientos sobre la renta fija y variable de los títulos de deuda pública doméstica (TES) dentro de los SIFMI. Siguiendo las recomendaciones internacionales, en la nueva metodología sólo se incluyen los intereses de los depósitos y préstamos. Esto implica un menor valor del consumo intermedio del gobierno y por lo tanto en la producción del sector público, ya que es el sector que emite estos títulos.
2. Cambio en la medición de los agregados a precios constantes. La metodología reciente produce los agregados a precios constantes usando el método del “eslabonamiento”, en donde los valores iniciales se calculan usando los precios del año inmediatamente anterior y no los de un año base determinado, como se venía haciendo anteriormente cuando se usaban índices de Laspeyres de base fija.⁴

Estos fueron los cambios más importantes en los sectores, las definiciones y las mediciones estadísticas en las metodologías usadas por el DANE al elaborar sus estadísticas nacionales y departamentales. Sin embargo, hay pequeñas variaciones en la mayoría de actividades económicas, tanto en sus definiciones como en el uso de nuevas fuentes de información más actualizadas, que se reportan en DANE (2011), y que pueden generar distorsiones en la comparación de las matrices. Al cambiar la composición de los sectores entre los dos años, los efectos de comparar las matrices pueden deberse a cambios efectivamente observados en las variables o, por el contrario, reflejar los cambios metodológicos en la contabilidad de los sectores.

Para evaluar la relevancia de estos cambios en la metodología del DANE se propone comparar las cifras oficiales para un mismo año usando las dos meto-

⁴ La descripción del cambio de método en las cuentas a precios constantes se puede ver en DANE (2010).

dologías. Esto permite dimensionar el tamaño del cambio efectuado sobre los siete sectores económicos del estudio. La comparación se realiza para el último año comparable entre ambas bases, que es el 2005, y se presenta en el Cuadro 2.

Los sectores más afectados son los servicios, que se incrementan en casi 40%, y la administración pública, que se reduce en 21%. La construcción y la industria se incrementan en 18% y 13%, respectivamente, mientras que el sector minero y de transporte lo hacen en 9% y 6%. Por su parte, el sector agropecuario disminuye su oferta en 3%. Estos cambios generados por la implementación de una nueva metodología limitan la comparación directa de las matrices y podrían afectar los resultados obtenidos. A pesar de esto, el único sector que cambia considerablemente su participación en la oferta total es servicios, al aumentar del 24% con la metodología anterior al 32% con la nueva. El resto de sectores mantienen una participación relativamente estable (Cuadro 2).

A pesar de que el cambio metodológico trae incertidumbre sobre los resultados, un hecho a resaltar es que la demanda final ha tomado una mayor participación en los últimos años dentro de la economía colombiana. El Gráfico 2 muestra la participación de la demanda final en la oferta total para el período 1990 - 2014.

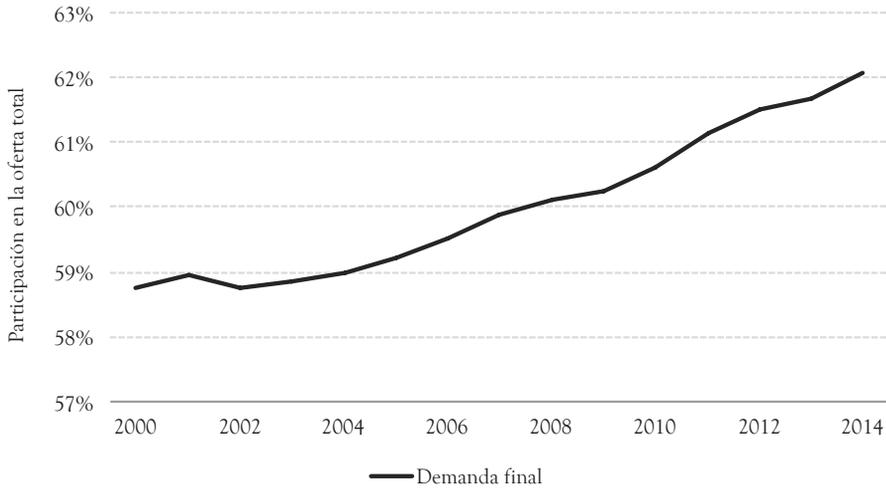
CUADRO 2
Colombia: Diferencias en la oferta nacional entre las metodologías DANE base 1994 y base 2005 para el año 2005
(millones de pesos corrientes)

Sector	Base 1994	Part. %	Base 2005	Part. %	Cambio	Cambio %
Agropecuario	46.532.061	8,3%	45.257.000	6,7%	(1.275.061)	-2,8%
Minero	26.434.182	4,7%	29.179.000	4,3%	2.744.818	9,4%
Industria	233.992.258	41,8%	268.235.000	39,5%	34.242.742	12,8%
Construcción	36.910.176	6,6%	45.064.000	6,6%	8.153.824	18,1%
Transporte	28.693.440	5,1%	30.432.000	4,5%	1.738.560	5,7%
Adm. pública	53.714.853	9,6%	44.415.000	6,5%	(9.299.853)	-20,9%
Servicios	134.020.776	23,9%	217.104.000	31,9%	83.083.224	38,3%
Nacional	560.297.746	100%	679.686.000	100%	119.388.254	17,6%

Fuentes: Elaboración propia con base en las cuentas nacionales del DANE.

GRÁFICO 2

Colombia: Participación de la demanda final en la oferta total, 1990-2014



Fuente: Cuentas nacionales del DANE.

Dado este incremento en la participación de la demanda final, es de esperarse que el efecto nivel tenga una importancia relativa mayor frente a los otros efectos.

V. RESULTADOS

Para el análisis de los resultados se utilizaron tres enfoques diferentes. El primero es el regional, que presenta los resultados de la descomposición realizada por departamentos. El segundo es el sectorial, que analiza las dinámicas entre sectores para el agregado nacional. Y el tercero es un análisis individual y busca evaluar las dinámicas de ciertos renglones particulares de la economía. Primero se evaluarán los renglones de mayor y menor dinamismo, ya que la literatura empírica (Miller y Shao, 1994; Feldman, *et al.*, 1987) ha mostrado que estos suelen tener dinámicas diferentes a los sectores que presentan tendencias promedio. Luego se mostrarán los resultados de los renglones cuyos cambios en sus coeficientes generaron los mayores y menores impactos en la economía nacional.

A. Enfoque regional

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del ejercicio de SDA realizado para las 25 regiones de Colombia que se encuentran en la primera columna del cuadro. La segunda columna contiene el cambio en la oferta que se originó por el cambio en la estructura de las demandas intermedias, factor que también se conoce como cambio en los coeficientes (CC). La columna tres muestra la porción del cambio en la oferta que se le atribuye en total al cambio de la demanda final. Este se descompone en sus tres elementos: nivel, mezcla y distribución, que se encuentran en las columnas cuatro, cinco y seis. El primero muestra el impacto sobre la oferta que tuvo el aumento generalizado en la demanda final. El segundo muestra el efecto del cambio en la combinación entre los sectores productivos. Y el tercero, el efecto del cambio en la distribución entre categorías de la demanda final.

Uno de los aspectos que más se destaca en el Cuadro 3 es la gran variedad en los factores que determinaron la evolución de la oferta de los departamentos entre 2004 y 2012. El cambio en la demanda final fue el principal impulsor de las economías departamentales, ya que en todas representó la mayoría de la participación en el cambio de su oferta. Es posible ver que hay factores que generaron un impacto negativo en la oferta económica, lo cual no es algo inusual en la literatura.⁵ En el caso del cambio en coeficientes, un efecto negativo en la oferta significa que el ajuste de los coeficientes generó una menor producción. Para la demanda final, es posible que el nivel se haya reducido, o que el cambio en la distribución entre los sectores o las categorías haya sido poco productivo y su efecto sobre la economía termina siendo negativo.

Una descomposición más desagregada de la demanda final permite ver que el efecto nivel fue el que generó el mayor impacto sobre la oferta. Esto significa que el aumento en el valor de la demanda final fue el componente de la oferta que más la impulsó. El efecto mezcla y el efecto distribución no resultaron generalmente fuertes. Este resultado se ve más claramente para el cálculo del agregado nacional, donde el CC representó un cambio en la oferta de -4,8% mientras que la demanda final participó con 104,8%. De esta última el factor determinante fue el efecto nivel.

⁵ El estudio de Dietzenbacher y Hoekstra (2002) en el agregado nacional muestra un efecto de la demanda final del 79%. Al desagregarlo por industrias, los efectos varían desde -35% hasta 301%. El efecto nivel de la demanda final participa con porcentajes que oscilan entre -118% hasta 2.458%.

CUADRO 3

Colombia: Descomposición del cambio en la oferta por departamento

Departamento (1)	Cambio en coeficientes (2)	Cambio en demanda final (3)=(4)+(5)+(6)	Efecto nivel (4)	Efecto mezcla (5)	Efecto distribución (6)
Antioquia	-1,0%	101,0%	115,6%	-21,0%	6,5%
Atlántico	-37,2%	137,2%	153,7%	-30,0%	13,5%
Bogotá D. C.	-5,1%	105,1%	99,5%	-1,3%	6,8%
Bolívar	-18,2%	118,2%	112,2%	4,4%	1,7%
Boyacá	9,7%	90,3%	61,5%	27,8%	1,0%
Caldas	-119,2%	219,2%	318,5%	-119,5%	20,1%
Caquetá	-27,3%	127,3%	106,2%	19,2%	2,0%
Cauca	-18,0%	118,0%	111,9%	-1,8%	7,9%
Cesar	-24,2%	124,2%	131,8%	26,7%	-34,3%
Chocó	34,9%	65,1%	60,9%	-3,6%	7,8%
Córdoba	-6,7%	106,7%	100,5%	-2,9%	9,1%
Cundinamarca	16,4%	83,6%	111,0%	-24,4%	-2,9%
La Guajira	-77,1%	177,1%	288,9%	-8,4%	-103,4%
Huila	-6,2%	106,2%	125,1%	-13,3%	-5,6%
Magdalena	-15,1%	115,1%	108,4%	1,3%	5,4%
Meta	13,5%	86,5%	39,9%	61,0%	-14,5%
Nariño	-16,6%	116,6%	140,6%	-31,5%	7,5%
Norte Santander	-9,9%	109,9%	98,2%	10,8%	0,9%
Quindío	-15,1%	115,1%	95,8%	10,5%	8,8%
Risaralda	-23,7%	123,7%	148,5%	-39,2%	14,5%
Santander	6,8%	93,2%	61,0%	28,0%	4,1%
Sucre	-5,1%	105,1%	75,1%	22,0%	7,9%
Tolima	-8,9%	108,9%	104,1%	0,9%	3,9%
Valle	-20,4%	120,4%	130,0%	-22,7%	13,1%
Nuevos dptos.	-56,0%	156,0%	1912,6%	-1192,3%	-564,3%
Nacional	-4,9%	104,9%	104,2%	-1,0%	1,6%

Fuente: Cálculos propios.

En la literatura se ha encontrado que, al realizar ejercicios de descomposición del producto para los sectores de mejor y peor desempeño, los resultados de la descomposición para estos dos tipos de sectores difieren entre sí. Los sectores de mayor crecimiento suelen tener altas composiciones del factor de CC (Feldman *et al.*, 1987; Miller y Shao, 1994; Martin y Holland, 1992). Para los sectores de menos crecimiento, algunos estudios muestran una mayor importancia del CC, mientras que otros de la demanda final. En el caso de las regiones colombianas, los resultados del Cuadro 3 no muestran una relación clara entre el grado de desarrollo económico y la descomposición del cambio en la oferta. Es posible que en Colombia el grado de desarrollo regional no tenga relación con los factores de cambio identificados por el análisis SDA.

Sin embargo, la importancia de la demanda final contiene el efecto del cambio en la metodología. Dado que la oferta aumentó cerca del 20% al usar la nueva base (ver Cuadro 2), la demanda final también se sobreestima y por esto participa con mayor importancia en el crecimiento. Esto se ve reflejado en el Cuadro 3, donde el factor de la demanda final para la mayoría de departamentos sobrepasa en muchos casos el 100% del efecto total. Por otro lado, los coeficientes técnicos se reducen debido a la mayor oferta y, por lo tanto, reflejan una menor participación.

B. Enfoque sectorial

El Cuadro 4 muestra los resultados para los siete sectores económicos de la economía nacional, ubicados en la primera columna. En la segunda está la porción del cambio en la oferta que se le atribuye al CC. Por último, se encuentra la porción del cambio en la demanda final, descompuesta en sus tres componentes.

Al igual que por regiones, el factor predominante en el crecimiento de la oferta sectorial fue el aumento de la demanda final. De igual forma, el efecto nivel es el que impulsó la oferta económica en todos los sectores. Cabe resaltar que los resultados por sectores son más homogéneos que por departamentos. La descomposición del sector agropecuario llama la atención, dado que presenta un impacto negativo y alto sobre su oferta por parte del CC, lo que significa que el cambio en la estructura productiva del sector afectó de manera negativa su oferta.

Es interesante ver que el sector agropecuario y el industrial muestran efectos negativos por parte de su CC. Esto se puede interpretar como un “ajuste” estructural en ambos sectores que generó un efecto negativo sobre su oferta. Una posi-

CUADRO 4

Colombia: Descomposición del cambio en la oferta por sector

Sector (1)	Cambio en coeficientes (2)	Cambio en demanda final (3)=(4)+(5)+(6)	Efecto nivel (4)	Efecto mezcla (5)	Efecto distribución (6)
Agropecuario	-102,1%	202,1%	414,5%	-214,1%	1,7%
Minero	11,2%	88,8%	89,8%	52,9%	-53,8%
Industria	-18,6%	118,6%	142,6%	-26,4%	2,4%
Construcción	-6,5%	106,5%	91,9%	-0,1%	14,8%
Transporte	-0,9%	100,9%	104,2%	-10,7%	7,4%
Adm. pública	4,1%	95,9%	78,9%	21,6%	-4,7%
Servicios	-1,1%	101,1%	89,1%	2,0%	10,1%
Nacional	-4,9%	104,9%	104,2%	-1,0%	1,6%

Fuente: Cálculos propios.

bilidad es que algunos de estos cambios estén causados por la revaluación que se evidenció durante el periodo de estudio.⁶ Ambos son sectores transables, lo que los hace más susceptibles a cambios en el precio del dólar. Por un lado, un incremento en las importaciones de insumos industriales y agropecuarios hace que los coeficientes de estos sectores se reduzcan, debido a que la economía nacional busca los insumos más económicos. Esto genera una reducción en la oferta agropecuaria e industrial. Y por otro lado, unos menores ingresos por exportaciones pueden generar ajustes dentro de los sectores transables que se verán reflejados en una menor oferta. Ambos efectos se capturan dentro del factor de cc.

Otra posible explicación a los cambios en los coeficientes del sector industrial viene dada por Moreno (2016), quien argumenta que el sector industrial está sufriendo un proceso de reorganización de su estructura productiva. Los sectores industriales subcontratan cada vez más procesos de sus empresas al sector de servicios, lo que disminuye el tamaño de su cadena productiva. Esto hace parte

⁶ Entre 2004 y 2012 el dólar pasó de \$2.390 pesos a \$1.768 (31 de diciembre), una reducción de 26%.

de un proceso de desintegración vertical en el sector industrial que incide en los coeficientes técnicos del sector. No hay razón para pensar que la desintegración vertical pueda generar un efecto negativo en la oferta del sector, dado que su motivación es el abaratamiento de los costos de tercerización mediante el cambio tecnológico (Moreno, 2016). Dado que el efecto resultante del CC en el sector industrial fue negativo, podría pensarse que el efecto positivo de la mayor tercerización en el sector fue superado por la incidencia negativa de la revaluación.

No obstante, así como en el caso departamental, hay que recordar que las diferencias metodológicas pudieron incidir en estos resultados. En el caso del sector industrial, si bien pudo existir un reajuste negativo de sus coeficientes, parte de estos resultados pueden deberse a que anteriormente su oferta económica se encontraba subestimada. Al aumentar la contabilización de la oferta se sobreestima la importancia del factor de demanda final y se subestima la del CC, lo cual podría explicar los altos indicadores del primero y los bajos del segundo.

C. Renglones individuales de mayor y menor crecimiento

En la literatura se han estudiado por separado los sectores de mayor y menor crecimiento, ya que suelen presentar dinámicas distintas al resto de los sectores. El Cuadro 5 muestra los resultados de la descomposición del cambio en la oferta para los 10 renglones de mayor y menor crecimiento, identificados en las columnas uno y dos. Los 10 renglones más dinámicos y los 10 menos dinámicos se seleccionaron según el crecimiento real del PIB de las cuentas departamentales del DANE. Se calcularon las tasas de crecimiento reales anuales promedio para los 175 renglones y se identificaron los 10 de mayor y menores tasas. Estas se muestran en la columna tres del Cuadro 5.

Los 10 renglones de mayor crecimiento pertenecen a los sectores de construcción y minería. Los resultados de su descomposición son relativamente homogéneos, si se les compara con los 10 renglones menos dinámicos o, incluso, con los resultados de los ejercicios anteriores. En este caso, el efecto total de la demanda final se mantuvo como el factor de mayor relevancia, pero en términos generales con menos participación que en los ejercicios anteriores. Se observa que el CC participa en la mayoría de los casos con impactos positivos, a diferencia del total de sectores donde el impacto es negativo. Por último, resalta que el efecto nivel y el efecto mezcla contribuyen en porciones similares, mientras que el efecto distribución permanece como el de menor importancia.

CUADRO 5
Descomposición del cambio en la oferta de los 10 renglones de mayor y menor crecimiento
a. 10 renglones de mayor crecimiento

Departamento (1)	Sector (2)	Crecimiento real PIB (3)	Cambio coeficientes (4)	Cambio en demanda final (5)=(6)+(7)+(8)	Efecto nivel (6)	Efecto mezcla (7)	Efecto distribución (8)
Meta	Minero	24,7%	21,6%	78,4%	29,2%	72,5%	-2,3,4%
Caquetá	Minero	24,2%	69,5%	30,5%	24,3%	6,2%	0,0%
Chocó	Minero	22,3%	75,1%	24,9%	27,3%	-2,1%	-0,2%
Bolívar	Construcción	20,4%	-2,1%	102,1%	42,3%	52,2%	7,6%
Boyacá	Minero	20,2%	14,1%	85,9%	31,2%	78,7%	-24,0%
Meta	Construcción	19,7%	4,2%	95,8%	34,6%	56,2%	4,9%
Caquetá	Construcción	17,2%	0,3%	99,7%	46,9%	45,2%	7,6%
Quindío	Minero	16,7%	68,5%	31,5%	31,3%	-0,6%	0,9%
Magdalena	Construcción	15,3%	-5,9%	105,9%	55,3%	41,0%	9,6%
Cundinamarca	Construcción	14,8%	-5,1%	105,1%	60,9%	33,9%	10,3%
Nacional	—	44,9%	-4,8%	104,8%	104,3%	0,5%	0,5%

Fuente: Cálculos propios.

CUADRO 5 (Continuación)
 Descomposición del cambio en la oferta de los 10 renglones de mayor y menor crecimiento
 b. 10 renglones de menor crecimiento

Departamento (1)	Sector (2)	Crecimiento real PIB (3)	Cambio coeficientes (4)	Cambio en demanda final (5)=(6)+(7)+(8)	Efecto nivel (6)	Efecto mezcla (7)	Efecto distribución (8)
Huila	Minero	-6,3%	33,4%	66,6%	-193,7%	168,3%	92,0%
Chocó	Transporte	-5,9%	130,1%	-30,1%	-152,5%	141,3%	-18,9%
Córdoba	Minero	-2,1%	44,2%	55,8%	60,8%	-5,1%	0,2%
Caldas	Industria	-1,3%	1392,0%	-1292,0%	-2598,6%	1321,3%	-14,7%
Tolima	Agropecuario	-0,7%	-316,2%	416,2%	646,4%	-290,8%	60,7%
Córdoba	Agropecuario	-0,5%	-41,9%	141,9%	177,2%	-47,0%	11,7%
Bolívar	Industria	-0,5%	-84,1%	184,1%	207,0%	-13,6%	-9,4%
La Guajira	Transporte	-0,5%	-41,5%	141,5%	-254,8%	397,6%	-1,3%
Huila	Industria	-0,4%	24,1%	75,9%	65,2%	9,4%	1,3%
Valle	Minero	-0,4%	46,9%	53,1%	73,1%	-17,4%	-2,6%
Nacional	—	44,9%	-4,8%	104,8%	104,3%	0,5%	0,5%

Fuente: Cálculos propios.

La dinámica de los renglones que presentaron el menor crecimiento es distinta. Estos pertenecen a múltiples sectores y regiones. Presentan resultados volátiles, tanto en los signos como en las magnitudes de los efectos. No se observa una relación clara entre la estructura de la descomposición y el bajo dinamismo económico, así como en el ejercicio regional. A pesar de esto, hay que resaltar que el aumento de la demanda final se mantuvo, también en este caso, como el principal factor de cambio en la oferta.

En conclusión, sectores más y menos dinámicos que el resto presentan diferencias en los factores que impulsaron su desempeño. Para los primeros, el CC es moderadamente más importante que para el resto, pero para los segundos no es claro debido a la heterogeneidad de sus resultados. Este resultado es similar al de Feldman, *et al.* (1987), donde se observa que los sectores de mayor crecimiento se caracterizan por una mayor importancia de su CC. Sin embargo, para el caso de los sectores de menos crecimiento este patrón no es evidente.

D. Renglones individuales: Los de mayores ajustes estructurales

El último ejercicio busca evaluar cuáles fueron los renglones de la economía cuyos cambios estructurales entre ambos años generaron un mayor impacto positivo o negativo sobre la oferta nacional. Para ello se utilizó la descomposición de la matriz de coeficientes. Ésta permite medir el efecto del cambio en las “recetas” de producción, en cada uno de los renglones, sobre la oferta de toda la economía. Se sumaron los efectos de todas las observaciones y se resaltan los que mayor y menor impacto tuvieron en la oferta nacional. Los cinco renglones cuyos cambios estructurales generaron los mayores impactos sobre la oferta, tanto positivos como negativos, se presentan en el Cuadro 6.

Los cinco renglones cuyos cambios estructurales generaron un mayor impacto sobre la oferta nacional se ubicaron en Bogotá y Cundinamarca. Los resultados se interpretan de la siguiente manera: el sector industrial en Bogotá, al reajustar sus coeficientes de un periodo a otro, contribuyó con el 2,22% del cambio en la oferta nacional entre ambos años. En particular, los sectores productivos de Bogotá fueron los que más impulsaron la oferta nacional. Esto puede deberse parcialmente al hecho de que Bogotá concentra gran parte de la oferta del país, por lo que cambios en su estructura conducen a impactos económicos de mayor escala.

CUADRO 6

Reglones con los mayores y menores impactos causados por cambios en sus estructuras productivas

a. Cinco renglones de mayor impacto positivo

Departamento	Sector	Efecto sobre la producción
Bogotá	Industrial	2,22%
Cundinamarca	Industrial	1,47%
Bogotá	Construcción	1,09%
Bogotá	Servicios	1,09%
Bogotá	Adm.Pública	0,74%

b. Cinco renglones de mayor impacto negativo

Departamento	Sector	Efecto sobre la producción
Antioquia	Industrial	-2,82%
Valle del Cauca	Industrial	-1,20%
Santander	Industrial	-1,16%
Boyacá	Industrial	-0,90%
Atlántico	Industrial	-0,49%

Fuente: Cálculos propios.

Por otra parte, los renglones que mayores impactos negativos presentaron fueron todos del sector industrial. En Antioquia, Valle y Santander, este sector contribuyó de manera negativa a la economía nacional, con porciones de entre el 1% y el 3% de la oferta total. Estos ajustes negativos en el sector industrial pueden tener muchas causas. Una hipótesis es que la revaluación de la tasa de cambio haya incidido en unos cambios en la “receta” de producción del sector que a su vez redujeron la oferta industrial. Por último, es interesante ver que el mismo sector tuvo ajustes que generaron efectos contrarios en diferentes regiones del país.

Mientras que en Bogotá y Cundinamarca el cambio de las recetas industriales generó un impacto positivo, en muchas regiones sucedió lo contrario.

VI. CONCLUSIONES

Las limitaciones presentes por la diferencia en la metodología de estimación entre las matrices nublan parcialmente los resultados del ejercicio. A pesar de esto, se encuentra que las regiones y los sectores presentan grandes diferencias en la descomposición de su producción dentro del período de estudio. Teniendo en cuenta el aumento que ha registrado la demanda final dentro de la oferta de la economía colombiana en los últimos años, tiene sentido que el factor determinante para el crecimiento regional y sectorial colombiano haya sido el cambio en la demanda final, en particular el aumento en su nivel más que el de cambios en su distribución entre sectores y categorías. Esto por encima del factor de cambio en los coeficientes, donde se agrupan factores como por ejemplo el cambio tecnológico.

Se observa que las regiones y los sectores con un dinamismo por fuera del promedio, ya sea de aumento o de disminución de su dinamismo, presentan dinámicas distintas a las del resto. Sin embargo, al estudiar los renglones por separado, estas similitudes en los factores de cambio se observan más claramente en los casos de mejor desempeño. Para los de menos crecimiento, los resultados son muy heterogéneos.

A futuro sería interesante estudiar, desde una óptica de insumo-producto más desagregada, cuáles de los sectores industriales sufrieron los mayores cambios en sus estructuras productivas y cuáles de estos cambios tuvieron efectos positivos o negativos sobre la oferta del sector. Hay que tener en cuenta que hubo diferencias regionales en los efectos, por lo que esta dimensión debe ser tenida en cuenta al estudiar los efectos de las variaciones en las estructuras productivas del sector.

REFERENCIAS

Ayala, Jhorland (2014), “Crecimiento económico y empleo en Ibagué”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, No. 210, Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER), Banco de la República.

- Bonet, Jaime (1999), "El crecimiento regional en Colombia, 1980-1996: Una aproximación con el método Shift-Share", en Adolfo Meisel (editor), *Regiones, ciudades y crecimiento económico en Colombia*, Bogotá: Banco de la República.
- Chang, Yih, and Sue J. Lin (1998), "Structural decomposition of industrial CO₂ emission in Taiwan: An input-output approach", *Energy Policy*, Vol. 26, No. 1.
- Chenery, Hollis, Shuntaro Shishido, and Tsunehiko Watanabe (1962), "The Pattern of Japanese Growth, 1914 - 1954", *Econometrica*, Vol. 30, No. 1.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2010), "El encadenamiento. Un nuevo método para establecer las evoluciones en volumen de las Cuentas Nacionales", [Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/anuales/ccrg_base2005/PresentacionIndiceBase_Cuentas_Anuales_B2005.pdf].
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2011), "Informe de resultados de la retropolación 1990 - 2000, Base 2005", Informe realizado por la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales del DANE, [Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/informe_retropolacion_B2005.pdf].
- Dietzenbacher, Erick, and Rutger Hoekstra (2002), "The RAS Structural Decomposition Approach", in Geoffrey Hewings, Michael Sonis, and David Boyce (editors), *Trade, Networks and Hierarchies. Modeling Regional and Interregional Economies*, Heidelberg and New York: Springer.
- Feldman, Stanley, David McClain, and Karen Palmer (1987), "Sources of Structural Change in the United States, 1963-78: An Input-Output Perspective", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 69, No. 3.
- Galvis, Luis A. (2000), "Recomposición del empleo industrial en Colombia, 1974 - 1996", *Territorios*, No. 4.
- Galvis, Luis A., y Adolfo Meisel (2013), "Regional Inequalities and Regional Policies in Colombia: The Experience of the Last Two Decades", in Juan Cuadrado-Roura and Patricio Aroca (editors), *Regional Problems and Policies in Latin America*, Heidelberg and New York: Springer.
- Haddad, Eduardo A., Weslem Faria, Luis Armando Galvis-Aponte, and Lucas Wilfried Hahn-De-Castro (2016), "Interregional Input-Output Matrix for Colombia, 2012", *Borradores de Economía*, No. 923, Banco de la República.
- Hoekstra, Rutger, and Jeroen C. Van den Bergh (2002), "Structural Decomposition Analysis of Physical Flows in the Economy", *Environmental and Resource Economics*, Vol. 23, No. 3.

- Hoekstra, Rutger, and Jeroen C. Van den Bergh (2003), "Comparing structural decomposition analysis and index", *Energy Economics*, Vol. 25, No. 1.
- Martin, R. P., and David Holland (1992), "Sources of Output Change in the U.S. Economy", *Growth and Change*, Vol. 23, No. 4.
- Miller, Ronald, and Peter Blair (2009), *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, New York: Cambridge University Press.
- Miller, Ronald, and Gang Shao (1994), "Structural Change in the U.S. Multiregional Economy". *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 5, No. 1.
- Moreno, Stefany (2016), "Estructura vertical de la industria manufacturera colombiana entre 1990-2013", *Borradores de Economía*, No. 925, Banco de la República.
- Rose, Adam, and Stephen Casler (1996), "Input-Output Structural Decomposition Analysis: A Critical Appraisal", *Economic Systems Research*, Vol. 8, No. 1.
- Rueda, José M. (2006), "Análisis input-output de descomposición estructural aplicado a los casos de Andalucía y Madrid", *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, Vol. 1.
- Skolka, Jiří(1989), "Input-Output Structural Decomposition Analysis for Austria", *Journal of Policy Modeling*, Vol. 11, No. 1.
- Vaccara, Beatrice, and Nancy Simon (1968), "Factors Affecting Postwar Industrial Composition of Real Product", in John Kendrick (editor), *The Industrial Composition of Income and Product*, New York: Columbia University Press.
- Wier, Mette (1998), "Sources of Changes in Emissions from Energy: A Structural Decomposition Analysis", *Economic Systems Research*, Vol. 10, No. 2.
- Zhang, Haiyan, and Michael Lahr (2014), "China's Energy Consumption Change from 1987 to 2007: A Multi-Regional Structural Decomposition Analysis", *Energy Policy*, Vol. 67.