

Ensayos sobre crecimiento económico en Colombia

Adolfo Meisel Roca
Hernando Vargas Herrera
Editores



**Ensayos sobre crecimiento económico
en Colombia**

Adolfo Meisel Roca
Hernando Vargas Herrera
Editores

**Ensayos sobre crecimiento económico
en Colombia**



Ensayos sobre crecimiento económico en Colombia / Ignacio Lozano, Juan Manuel Julio, Luis Armando Galvis, Lucas Wilfried Hahn-De-Castro, Martha López, Héctor Zárate, Camila Casas, Federico J. Díez, Alejandra González, Ana María Iregui, Ligia Melo, María Teresa Ramírez, David Camilo López, Enrique López, Enrique Montes. -- Edición Adolfo Meisel Roca, Hernando Vargas Herrera. -- Bogotá : Banco de la República, 2018. 244 páginas : mapas ; 23 cm.

1. Macroeconomía - Colombia - Ensayos, conferencias, etc. 2. Crecimiento económico - Colombia - Ensayos, conferencias, etc. 3. Desarrollo financiero - Colombia 4. Colombia - Política económica 5. Colombia - Condiciones económicas - Investigaciones I. Lozano, Ignacio, autor II. Julio, Juan Manuel, autor III. Galvis, Luis Armando, autor IV. Hahn De Castro, Lucas Wilfried, autor V. López, Martha, autora VI. Zárate, Héctor Manuel, autor VII. Casas, Camila, autora VIII. Díez, Federico J, autor IX. González, Alejandra, autora X. Iregui, Ana María, autora XI. Melo, Ligia, autora XII. Ramírez, María Teresa, autora XIII. López, David Camilo, autor XIV. López, Enrique, autor XV. Montes, Enrique, autor XVI. Meisel Roca, Adolfo, editor XVII. Vargas Herrera, Hernando, editor.

339.509861 cd 21 ed.

A1588598

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Junio de 2018

ISBN 978-958-664-375-7

Carátula

Julio Alpuy (Uruguay), *Composición metafísica número 2*

Año: 1960

Técnica: óleo

Tamaño: 74 cm x 55 cm

Colección del Banco de la República

Diseño cubierta y de interiores

María Fernanda Latorre O.

Corrección de estilo

Henry Parra V.

Sección de Gestión de Publicaciones

Departamento de Servicios Administrativos, Banco de la República

Armada electrónica y finalización de arte

Asesores Culturales SAS

Impresión

La Imprenta Editores S. A.

Las opiniones expresadas por los autores en los capítulos de este libro no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

Contenido

Agradecimientos	ix
Prólogo	xi
Adolfo Meisel Roca y Hernando Vargas Herrera	
1. Descentralización fiscal y crecimiento económico: evidencia regional en panel de datos para Colombia	
Ignacio Lozano	
Juan Manuel Julio	1
2. Crecimiento municipal en Colombia: el papel de las externalidades espaciales, el capital humano y el capital físico	
Luis Armando Galvis	
Lucas Wilfried Hahn-De-Castro	27
3. Innovación y empleo: evidencia a nivel de firma para Colombia	
Martha López	
Héctor Zárate	59
4. Productividad y participación en el mercado exportador: evidencia del caso colombiano	
Camila Casas	
Federico J. Díez	
Alejandra González	87
5. Relación entre el estado de salud de los individuos y su participación laboral: evidencia para Colombia	
Ana María Iregui	
Ligia Melo	
María Teresa Ramírez	133

6. Colombia en el comercio mundial (1992-2012): desempeño de las exportaciones colombianas

David Camilo López

Enrique López

Enrique Montes

165

Agradecimientos

Queremos agradecer a las personas que hicieron posible la publicación del presente libro, el cual fue el resultado de la agenda de investigación del Banco de la República del año 2014. En primer lugar, a los autores de los capítulos por sus valiosas contribuciones. También queremos resaltar la labor de los pares académicos, quienes examinaron, comentaron y formularon sugerencias para enriquecer cada uno de los capítulos.

Extendemos un especial reconocimiento al ex gerente general, José Darío Uribe, y a la Junta Directiva del Banco de la República por el apoyo brindado para la publicación de este libro.

Prólogo

La segunda mitad del siglo veinte se caracterizó por una disminución significativa en la contribución de la productividad total de los factores (PTF) al crecimiento del producto interno bruto (PIB) en Colombia. Según estimaciones del Grupo de Estudios del Crecimiento Económico Colombiano (Greco, 2002), el principal motor del crecimiento del producto per cápita en el siglo veinte fue el cambio técnico; no obstante, este motor fue perdiendo importancia durante la segunda mitad del siglo. Por otra parte, en el contexto internacional, entre 1950 y 2000 el crecimiento del PIB per cápita en Colombia fue relativamente bajo y la brecha del ingreso per cápita con algunos países, tanto en desarrollo como desarrollados, se amplió. Adicionalmente, Colombia es un país con disparidades regionales que se reflejan en sus indicadores sociales y económicos, lo cual se podría traducir en costos en materia de crecimiento económico de largo plazo (Meisel, 2007).

Este libro es el resultado de la agenda de investigación del Banco de la República sobre crecimiento económico en Colombia, cuyo objetivo principal es entender algunas de las restricciones de carácter estructural que limitan el crecimiento económico en el largo plazo. Entender cuáles son las causas del lento crecimiento del país es indispensable en la formulación de políticas públicas que tengan como objetivo lograr un mayor crecimiento económico. Asimismo, resulta importante analizar la relación entre el desempeño económico regional y el crecimiento de largo plazo, de tal manera que se permita identificar políticas adecuadas para el desarrollo regional.

Este libro busca contribuir a la literatura sobre crecimiento económico colombiano al analizar en profundidad seis temas de gran relevancia para el país: descentralización fiscal y crecimiento regional; capital humano y físico y crecimiento municipal; innovación y empleo; productividad y participación en el mercado exportador; capital humano y participación laboral, y el desempeño de las exportaciones colombianas.

En el primer capítulo, Ignacio Lozano y Juan Manuel Julio estudian los efectos de la descentralización fiscal en el crecimiento económico regional en Colombia, a partir de la promulgación de la Constitución Política de 1991. Los autores encuentran una relación positiva entre la descentralización fiscal y el crecimiento económico en todas las regiones de Colombia, sugiriendo que la transferencia de funciones fiscales a los gobiernos regionales fortaleció el crecimiento territorial. A continuación, Luis Armando Galvis y Lucas

Wilfried Hahn realizan un análisis del crecimiento económico municipal en el período 1993-2012. En particular, evalúan la existencia de convergencia económica municipal, teniendo en cuenta las externalidades del capital humano y el capital físico. Los autores, además, incorporan efectos espaciales en sus estimaciones. Los resultados muestran que en Colombia en los últimos veinte años no ha existido un proceso de convergencia económica en los ingresos per cápita. Los autores resaltan el papel de la inversión en capital físico y humano, y sus externalidades, como motores de crecimiento y como medio para lograr una convergencia regional en los ingresos per cápita de los municipios en Colombia.

Martha López y Héctor Zarate presentan evidencia empírica del efecto neto de la innovación sobre el empleo a nivel de firma en Colombia. Los autores muestran que la innovación en productos es una fuente importante de generación de empleo y explica parte del crecimiento del empleo en Colombia. Por su lado, Camila Casas, Federico J. Díez y Alejandra González estudian la relación entre la PTF y las decisiones sobre exportaciones de las empresas manufactureras colombianas durante el período 2005-2013. Los autores encuentran que la probabilidad de que una empresa sea exportadora aumenta con la productividad, y que en promedio los exportadores son más productivos que los no exportadores, con una prima de hasta el 85%.

En el capítulo siguiente, Ana María Iregui, Ligia Alba Melo y María Teresa Ramírez analizan la relación entre el estado de salud de los individuos y su participación laboral en Colombia. Los resultados muestran que existe una relación positiva entre salud y participación laboral en los dos sentidos, indicando que un buen estado de salud aumenta la probabilidad de participación en la fuerza laboral, y que aquellos que están en el mercado laboral tienen en promedio una mayor probabilidad de reportar un mejor estado de salud. Por último, David Camilo López, Enrique López Enciso y Enrique Montes presentan y examinan la estructura y dinámica de las exportaciones colombianas durante las dos últimas décadas y las comparan con las principales tendencias del comercio mundial. Los resultados de este capítulo evidencian la alta dependencia hacia las exportaciones tradicionales que durante 1992-2012 tuvo la economía colombiana. En este orden de ideas, políticas que promuevan la diversificación de las exportaciones podrían ser compatibles con un mayor crecimiento económico una vez finalizado el llamado auge de las materias primas.

Es importante mencionar, que cada uno de estos capítulos fue evaluado por pares académicos, quienes con sus comentarios y sugerencias enriquecieron el contenido del libro.

Finalmente, las opiniones expresadas en este libro de ninguna manera comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva pues son de la exclusiva responsabilidad de quienes elaboraron cada uno de los capítulos aquí presentados.

Adolfo Meisel
Hernando Vargas

Referencias

- Meisel, Adolfo (2007). “¿Por qué se necesita una política económica regional en Colombia?”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 100, Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER), Banco de la República, Cartagena.
- Greco (2002). *El crecimiento económico colombiano en el siglo XX*, Banco de la República y Fondo de Cultura Económica, Bogotá.

1. Descentralización fiscal y crecimiento económico: evidencia regional en panel de datos para Colombia

**Ignacio Lozano Espitia
Juan Manuel Julio Román***

La provisión descentralizada de bienes públicos es un canal para promover el desarrollo económico regional. El enfoque teórico dominante en la literatura supone que los gobiernos locales son más eficientes en la asignación de los recursos públicos frente al gobierno central, ya que tienen una mejor información y más incentivos para hacerlo. En primer lugar, las autoridades locales terminan suministrando los bienes que la gente prefiere, puesto que están más cerca de la población y conocen mejor sus necesidades (Oates, 1999). En segundo lugar, dado que los gobiernos locales se encuentran bajo el escrutinio permanente de sus votantes, tienen incentivos para ejecutar las políticas públicas en función de los intereses generales de la comunidad (Tiebout, 1956). La descentralización también podría beneficiar la gestión pública y los mecanismos de mercado, al favorecer simultáneamente las actividades privadas (Tulchin y Selee, 2004; Weingast, 1995). En la práctica, todos estos factores promueven conjuntamente el aprendizaje, la experimentación y la competencia en la provisión de bienes de consumo colectivo, fomentando así el crecimiento económico.

Los beneficios de los esquemas fiscales descentralizados han sido controvertidos por los estudios más recientes de la literatura. Con base en las economías de escala, por ejemplo, los gobiernos centrales podrían ser más eficientes que los locales para proveer los bienes públicos, ya que tienen ventajas en la organización y el uso de las tecnologías (Stein, 1998). Por otro lado, los gobiernos locales podrían ser menos eficientes en la planeación y ejecución de proyectos, principalmente por no contar con suficiente personal instruido o experto (Iimi, 2005). Desde el punto de vista de la ciencia política, los sistemas descentralizados estarían más expuestos a riesgos de corrupción y a problemas de

* Los autores desean expresar su gratitud a Aura García, Laura Ardila y Lina Ramírez por su valiosa ayuda en el curso de la investigación. Los autores son investigadores principales de la Unidad de Investigaciones del Banco de la República.

Las opiniones y conclusiones expresadas en este capítulo pertenecen a los autores y no comprometen al Banco de la República, la Junta Directiva o a la Universidad Nacional de Colombia.

apropiación de rentas, lo cual termina afectando negativamente las actividades económicas (Rodden y Rose-Ackerman, 1997; Brueckner, 2001; Fisman y Gatti, 2002; Bardhan y Mookherjee, 2005).

Desde la perspectiva empírica, existen numerosos estudios donde se valoran los efectos de la descentralización fiscal sobre el crecimiento económico, tanto para un conjunto de países como en los estudios de caso. Los resultados son amplios y apuntan hacia diversas direcciones. Sorprendentemente, los primeros documentos de la década de los noventa ofrecían poco consenso acerca de los beneficios de la descentralización fiscal sobre la actividad económica, pero estos resultados han venido cambiando posteriormente a favor de dicho consenso (Blöchliger, 2013; Kim Hyun-A, 2013; Asatryan, 2010; Basaran *et al.*, 2009).

En Colombia, la descentralización fiscal se profundizó en los años noventa, después de treinta años de esfuerzos sucesivos. Justo para entonces, la mayoría de los países latinoamericanos fortalecieron el papel de los gobiernos regionales en el desarrollo económico. De hecho, este tipo de reformas se realizaron en diversas regiones del mundo, especialmente en los países de menor desarrollo. Según diversos estudios, 63 de los 75 países con población de más de 5 millones de personas atravesaron por importantes procesos de descentralización desde 1980 (Lee y Roy, 1999; James, 1999; Oxhorn *et al.*, 2004). La descentralización se convirtió, por consiguiente y en sentido amplio, en el núcleo de las reformas institucionales a finales del siglo XX.

Los avances de la descentralización en Colombia han abarcado varios aspectos. En cuanto a la disponibilidad de recursos, el proceso se basó en un aumento gradual de las transferencias del gobierno central a las entidades territoriales. Sin embargo, los avances con respecto a la distribución de responsabilidades de gasto (competencias), ha sido menos claro. Desde el punto de vista político, la elección de alcaldes por votación popular se inició en 1988, y la elección popular de gobernadores departamentales comenzó en 1992. La libre elección de los mandatarios regionales se convirtió en un elemento clave, en especial para los llamados reformadores democráticos, que con la descentralización buscaban un Estado más accesible a los ciudadanos y que se contrarrestará el abuso de poder de los dirigentes de la administración central. Por último, la transferencia de fondos del gobierno central a las regiones se complementó con otras medidas para evitar un desequilibrio financiero de las entidades territoriales y para fortalecer la inversión pública, simultáneamente (Ley 617 de 2000).

Con relación a la literatura sobre este tema en Colombia, algunos trabajos han analizado los efectos de la descentralización fiscal sobre la cobertura de los servicios de educación y salud (Melo, 2005; Faguet y Sánchez, 2008 y 2009) y sobre otros servicios públicos (Sánchez, 2006). También, se ha investigado sobre la no linealidad entre la descentralización y la cobertura de la educación y su impacto en la calidad (Lozano y Martínez, 2013). Otros trabajos han abordado cuestiones tales como 1) la respuesta por parte de los diferentes municipios al sistema de transferencias intergubernamentales (Loboguerrero, 2008); 2) la equidad del sistema de transferencias (Bonet, 2006); 3) la relación entre la descentralización y los conflictos armados (Sánchez y Chacón, 2005; Villa *et al.*, 2014), y 4) el efecto de la descentralización sobre la pobreza municipal (Ramírez *et al.*, 2014).

Luego de más de dos décadas de promulgada la Constitución de 1991, con la que se profundizó el proceso de descentralización fiscal en Colombia, aún no hay evidencia

sobre sus efectos sobre el crecimiento económico regional. Como hemos descrito, los estudios empíricos más cercanos se han centrado en evaluar su impacto sobre algunos factores de producción (capital humano), pero no directamente sobre el producto. Ese es el vacío que tratamos de llenar con este trabajo. El documento también ofrece evidencias de los efectos indirectos que generan los bienes públicos (especialmente en infraestructura) proporcionados por las diferentes jurisdicciones.

Aparte de esta introducción, el documento está organizado de la siguiente manera: en la primera sección se ofrece un vistazo a algunos aspectos institucionales y a los indicadores principales de la descentralización fiscal en Colombia; en la segunda sección se describe brevemente el marco teórico adoptado para analizar este tema; en la tercera sección se discuten los vínculos entre la teoría económica y el modelo estadístico estimado, destacando en este último sus principales ventajas. Los resultados son presentados y discutidos en la cuarta sección. El documento concluye con algunos comentarios finales

1. Retrospectiva sobre la descentralización fiscal en Colombia

Si bien la Constitución Política de 1991 profundizó el proceso de descentralización en Colombia, varias medidas importantes habían entrado en vigencia tres décadas atrás, cuando el gobierno central comenzó a transferir un porcentaje significativo de sus ingresos fiscales a las regiones (Ley 33 de 1968 y Ley 46 de 1971). Durante la década de los ochenta, la sustitución del impuesto sobre las ventas por el impuesto al valor agregado (IVA; Ley 14 de 1983) introdujo cambios sustanciales en el sistema de transferencias a los municipios. El principal fue el aumento gradual de transferencias por IVA hasta de un 50% a alcanzar en 1992 (Ley 12 de 1986). La Constitución de 1991 introdujo nuevos criterios para definir el monto de las transferencias a los departamentos (conocidos como *situado fiscal*), así como el alcance y propósito de las transferencias a los municipios (denominadas *participaciones municipales*). Los mandatos constitucionales fueron desarrollados por la Ley 60 de 1993. Sin embargo, debido a las limitaciones presupuestales del gobierno central, el creciente monto de transferencias a las regiones solo fue viable hasta principios de la década del 2000. Por consiguiente, a la vuelta del siglo se implementaron dos reformas adicionales al sistema de transferencias.

La primera de ellas combinó los dos sistemas de transferencias existentes, el *situado fiscal* y la *participación municipal*, en una sola canasta general denominada *Sistema General de Participaciones*, (SGP; Acto Legislativo 1, y Ley 715 de 2001). El cambio más profundo consistió en separar el tamaño de las transferencias de los ingresos corrientes del gobierno central y definir tasas de crecimiento real. El SGP asignó nuevas ponderaciones a los tres grandes objetivos de financiación: educación básica (58,5%), salud (24,5%) y de destinación general (17%). Este último incluía programas básicos de sanidad (agua potable, alcantarillado y recolección de basuras). En cuanto a los criterios de distribución geográfica, no hubo cambios sustanciales con respecto al régimen anterior: el tamaño de la población siguió siendo la principal variable para la asignación de recursos (es decir, la población atendida y por ser atendida en los servicios de educación y salud; ubicación urbana y rural; condiciones de extrema pobreza, etc.). La segunda reforma tuvo lugar en 2007 y estuvo orientada básicamente a rectificar el régimen transitorio empleado para

calcular el monto de transferencias en 2001. Esta reforma introdujo mayores tasas de crecimiento real para el SGP hasta el año 2016, y añadió nuevos recursos para el sector de educación.

En la transición hacia la mayor descentralización, las transferencias se convirtieron en la principal fuente de ingresos para muchos gobiernos regionales. La importancia de las transferencias se hizo particularmente evidente en Colombia, donde representaron casi el 50% del total de la financiación de los gobiernos regionales a finales de la década de los noventa. Por supuesto, su dependencia ha sido distinta entre municipios: así, entre más grande sea uno (en ingresos propios y población, como los de las categorías especial o de primera), mayor proporción de sus gastos son financiados con impuestos propios. Por el contrario, los municipios de la sexta categoría (los más pequeños) solo financiaron el 13% de su gasto con impuestos autogenerados a finales de los años noventa (véase Lozano y Martínez, 2013).

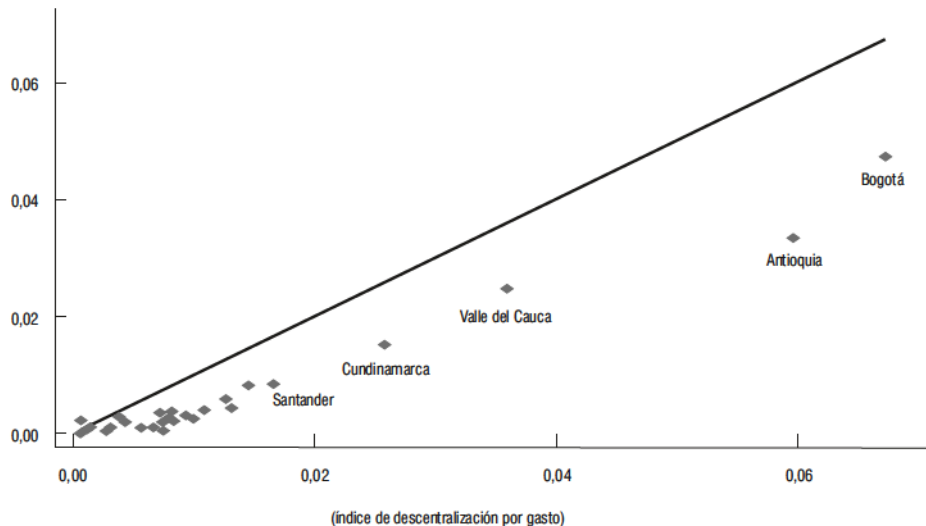
Desde la óptica de los impuestos, los gobiernos regionales en Colombia recaudan actualmente solo un 14% de los ingresos tributarios, mientras que su participación en la ejecución del gasto público total es del 44%. Esto muestra que los índices de descentralización mediante el gasto superen los correspondientes índices a partir de los ingresos, tal como se puede observar en el Gráfico 1¹. El grado de descentralización varía ampliamente entre las regiones, con Bogotá, Antioquia, Valle y Cundinamarca liderando los índices tanto de los gastos como de los ingresos.

El Gráfico 2 muestra las fuentes de los ingresos fiscales regionales, así como las distribuciones de los gastos de los principales programas que se han financiado con ingresos autogenerados y con las transferencias del gobierno central. Los ingresos por concepto de impuestos aumentaron del 2,0% al 2,8% del producto interno bruto (PIB) en los últimos veinte años. Este crecimiento estuvo liderado por los impuestos sobre la actividad económica (actividades comerciales e industriales, y el impuesto de consumo de bebidas alcohólicas y cigarrillos) y sobre las propiedades inmobiliarias. El gasto total aumentó cerca de 5 puntos porcentuales (pp) del PIB (4,8% a 9,4%), y los más importantes incrementos se produjeron en educación y salud (capital humano), así como en infraestructura (capital físico). Sin embargo, este crecimiento tuvo lugar principalmente durante los años noventa, probablemente como resultado de los elevados compromisos sociales de la Constitución de 1991. De hecho, las transferencias del gobierno central a las regiones aumentaron del 2,0% al 4,6% del PIB entre 1990 y 2003, y posteriormente se han estabilizado en el 4,0%.

¹ Los índices se definen como la proporción de los gastos y los ingresos de cada gobierno subnacional sobre las cuentas del gobierno central (OCDE, 2013). Se ofrecen más detalles sobre estos indicadores en la cuarta sección.

Gráfico
Índices de descentralización fiscal: ingresos vs. gastos
 (promedio 1990-2012)

(índice de descentralización por ingresos)



Fuente: cálculos de los autores.

Gráfico
Ingresos fiscales y gastos de los gobiernos regionales
 (porcentajes del PIB)

A. Ingresos por impuestos

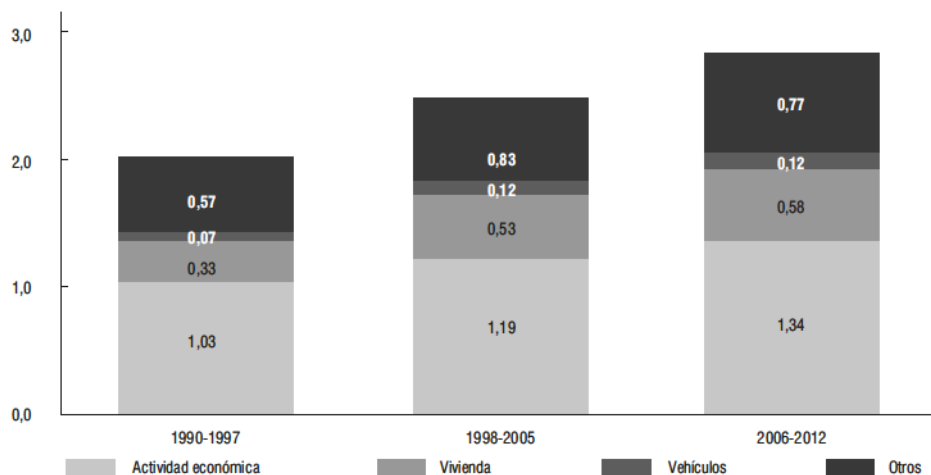
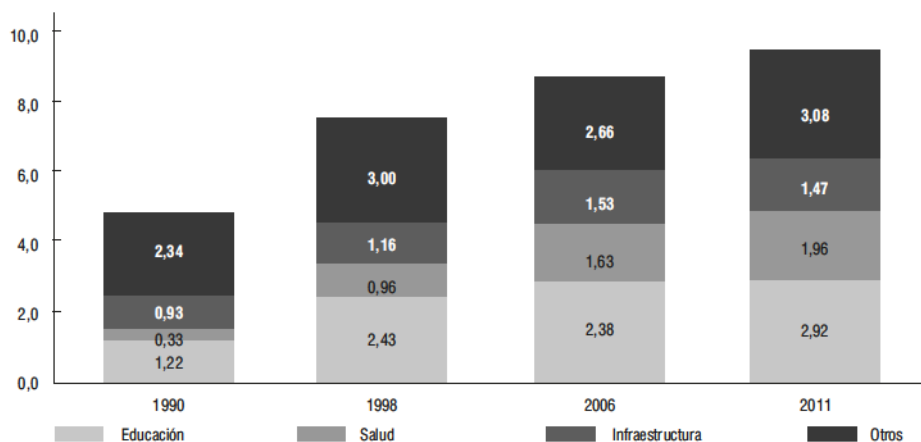


Gráfico 2 (continuación)
Ingresos fiscales y gastos de los gobiernos regionales
 (porcentajes del PIB)

B. Gastos^{1/}



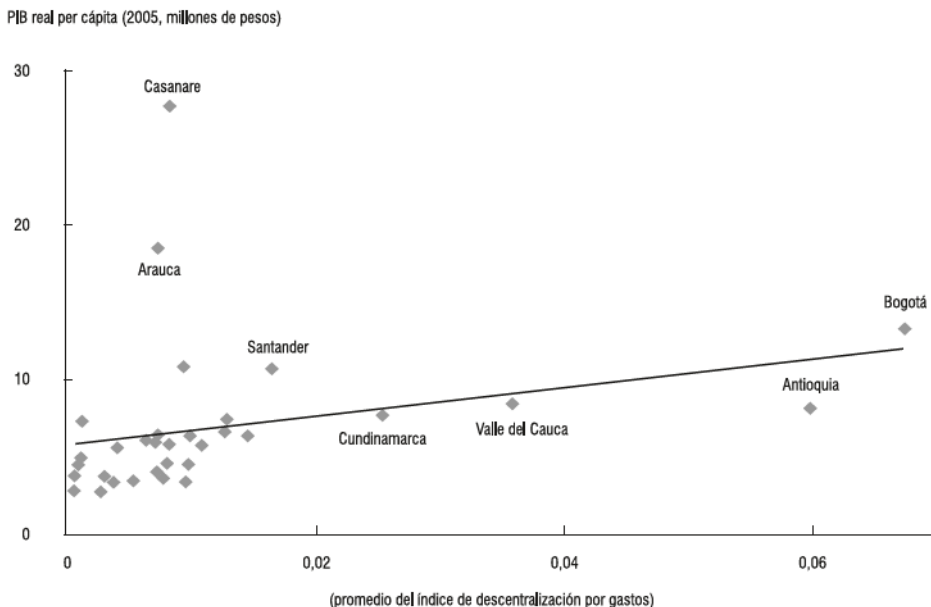
1/ Gastos financiados tanto con ingresos propios como con transferencias del gobierno central

Nota: debido a restricciones sobre los datos, la relación entre el gasto en infraestructura y el PIB para el periodo 2011-2012 corresponde a cálculos realizados por los autores.

Fuente: cálculos de los autores.

El aumento del gasto en infraestructura, capital humano y otros servicios públicos puede tener efectos positivos sobre el crecimiento económico de las regiones, como puede deducirse del Gráfico 3. En el corto plazo el mayor gasto podría estimular la demanda agregada y, por tanto, las actividades económicas. En una perspectiva a más largo plazo, podría influir en la acumulación de factores y en su productividad. El coeficiente de correlación entre el índice de descentralización a través del gasto y el PIB per cápita es positivo. A pesar de no ser tan alto (0,186), su nivel de significación estadística es del 99%. Una vez más, Bogotá, Antioquia y Valle tienen la mayor descentralización, mientras que Arauca y Casanare, las zonas ricas en petróleo, alcanzan los más altos niveles de PIB per cápita.

Gráfico
Correlación simple entre descentralización y PIB regional
 (promedio 1990-2012)



Fuente: cálculos de los autores.

2. Marco analítico

2.1 El Modelo de referencia

Tomamos como referencia inicial la versión más simple del modelo de crecimiento endógeno de Barro (1990), según el cual el gobierno adquiere una fracción del producto privado para suministrar servicios públicos gratuitos a los productores privados (servicios de infraestructura, derechos de propiedad, etc.). Sea y el producto, k el capital privado, y g las compras del gobierno, todas estas variables definidas en términos per cápita. La función de producción agregada podría escribirse como: $y = Ak^\alpha g^\varphi$, donde $0 < \alpha < 1$; $0 < \varphi < 1$; $\alpha + \varphi = 1$, y $A > 0$ es el parámetro tecnológico. Omitimos los subíndices de tiempo en aras de la sencillez.

Con el fin de introducir la discusión sobre la descentralización fiscal, las compras del gobierno se desglosan entre aquellas financiadas por las autoridades centrales, locales y estatales (Davoodi y Zou, 1998). Sin pérdida de la generalidad y siguiendo a Kim (2013) e Iimi (2005), nuestro modelo considera solo dos niveles de gobierno: el central y los locales. Si permitimos que f denote las compras financiadas por el gobierno central (per cápita), y l aquellas correspondientes al gobierno local, entonces la función de producción puede escribirse como:

$$y = Ak^{\alpha} f^{\beta} l^{\gamma} \quad (1)$$

Donde $0 < \beta < 1$; $0 < \gamma < 1$, y $\beta + \gamma = \varphi$. Así las cosas, el grado de descentralización fiscal se define como el gasto de los gobiernos locales con respecto al gasto público total. Si el gasto del gobierno local aumenta en relación con el del gobierno central, el grado de descentralización fiscal aumenta, y viceversa. En consecuencia, las asignaciones de gasto público total, g , entre los diferentes niveles de gobierno toma la siguiente forma:

$$f = \theta_f g; l = \theta_l g; \theta_f + \theta_l = 1 \quad (2)$$

Donde $0 < \theta_i < 1$, para $i = f, l$; siendo θ_i la participación del gasto local (θ_f , central) en el gasto total. Por el lado de los ingresos, los gobiernos fijan un impuesto sobre la renta de tasa fija, τ , de manera que se mantiene balanceado el presupuesto, $g = \tau y$. El modelo se cierra con las preferencias estándar de un hogar representativo del tipo Cass y Koopmans (1965), donde c es el consumo privado per cápita y $\rho > 0$ es la tasa de descuento intertemporal. Como es habitual, la restricción dinámica presupuestaria del agente representativo está dada por $\frac{dk}{dt} = \dot{k} = (1 - \tau) y - c = (1 - \tau) k^{\alpha} f^{\beta} l^{\gamma} - c$. Para un nivel dado de g y θ_i , la solución estable para el crecimiento de la producción per cápita está dada por:

$$\frac{dy/dt}{y} = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{1}{\sigma} \left[(1 - \tau) \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} A \alpha (1 - \theta_l)^{\frac{\beta}{\alpha}} \theta_l^{\frac{\gamma}{\alpha}} - \rho \right] \quad (3)$$

Nótese que la relación empírica de largo plazo entre descentralización fiscal y crecimiento económico puede ser evaluada con la ecuación (3). La descentralización tendrá un efecto positivo en la medida en que la productividad del gasto de los gobiernos locales sea mayor que su participación en el gasto público total; es decir, $\frac{dy/y}{d\theta_l} > 0$ para $\theta_l < \frac{\gamma}{\beta + \gamma}$. Además, para un nivel dado de gasto total (como porcentaje del PIB), una reasignación del gasto público entre los distintos niveles de los gobiernos puede conducir a un mayor crecimiento económico si la asignación inicial difiere de la que resulta de un problema de maximización, dada por $\theta_f^* = \frac{\beta}{\beta + \gamma}$ y $\theta_l^* = \frac{\gamma}{\beta + \gamma}$.

2.2 Complementariedad entre los bienes públicos y determinantes no observables del crecimiento

El modelo de crecimiento de Barro fue ampliado por Nishimura (2006) y Akai *et al.*, (2007) para capturar la complementariedad entre los bienes públicos provistos por las distintas jurisdicciones de un país. De acuerdo con este enfoque, los programas provistos por cada gobierno subnacional podrían tener una externalidad (efecto indirecto) sobre los demás (especialmente sobre sus regiones vecinas) y, por consiguiente, sobre la economía

nacional. Por tanto, la discusión acerca del papel del gobierno en el crecimiento económico de largo plazo no solo se enmarca en las ventajas típicas de un régimen fiscal centralizado o descentralizado, sino también en los efectos indirectos de los bienes públicos financiados por las regiones

La hipótesis de complementariedad se incorpora con una función de producción agregada de los bienes públicos, que depende, en parte, de un amplio conjunto de insumos públicos financiados por los gobiernos subnacionales (programas en educación, salud, infraestructura, bibliotecas, parques, derechos de propiedad, servicios sociales, etc.). En la práctica, esto implica permitir que $g = \sum_{i=1}^I l_i + f$ en el modelo de Barro, donde $i = 1, \dots, I$ es el número de unidades regionales.

En la configuración del modelo, denominado *modelo de falibilidad humana* del gobierno, se asume que hay J jurisdicciones idénticas en cada región i , cada una de ellas con el mismo número de empresas y hogares. Algunos programas públicos podrían generar efectos indirectos positivos sobre el crecimiento (externalidades) en los niveles inter e intrarregionales, mientras que otros no. Si $p(j)$ denota la realización de programas públicos financiados por la jurisdicción j , entonces el bien público agregado en una región i (l_i) es una función de los servicios públicos suministrados por J .

$$l_i = \left(\sum_{j=1}^J \frac{1}{J} p(j)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}, \rho \geq 0 \quad (4)$$

La ecuación (4) representa la función de producción de bienes públicos de la región i , la cual depende de los programas suministrados por las jurisdicciones J . Por otra parte, ρ captura el grado de complementariedad global (inter) entre los servicios públicos, según la terminología de Bénabou (1996). Un mayor valor de ρ significa menor complementariedad y viceversa. Empíricamente, es habitual aproximar los alcances de los programas públicos financiados por la jurisdicción j mediante sus gastos. En la sección 4.3 agregaremos otros detalles técnicos para la estimación de ρ .

Aparte de los factores usuales que determinan el crecimiento económico a largo plazo y el papel de los gobiernos regionales, una rama importante de la literatura se ha centrado en modelos en los cuales los factores espaciales son cruciales (Breinlich *et al.*, 2013). Este enfoque señala que las actividades económicas tienden a gravitar principalmente hacia zonas con mayores facilidades de transporte (por ejemplo puertos) y que estén cerca de grandes mercados. Por tanto, el desempeño de la región en cuanto a crecimiento podría estar relacionado con las características geográficas, además de otros determinantes no observables (cultura, calidad de la institución, etc.). Si los resultados del crecimiento económico de una región están estrechamente vinculados a los resultados y características de otras regiones (es decir, si hay interdependencia espacial), la estrategia econométrica tiene que tener en cuenta estos aspectos. Como se discute en la sección 3, nuestra estrategia empírica le presta especial atención a estas cuestiones.

3. Vínculo entre los Modelos del teórico y estadístico

Para evaluar empíricamente la relación entre crecimiento económico y descentralización fiscal (ecuación (3)), en esta sección adaptamos el modelo estadístico propuesto por Eberhardt y Teal (2010):

$$y_{it} = \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad (5)$$

Donde $x_{it} = [d_{it} \ k_{it}]^T$, siendo d_{it} un indicador de descentralización fiscal para las regiones $i = 1, 2, \dots, N$ y períodos $t = 1, 2, \dots, T$; β_i es el vector de parámetros (pendientes de la función), específico para cada región (tecnología), y el término de error que está estrechamente relacionado con el crecimiento no observable de la productividad total de los factores (PTF).

Los supuestos (6) a (8) definen el modelo como un sistema de factores dinámicos (posiblemente no-estacionario) para las variables observables y no observables sobre N regiones con insumos y productos posiblemente correlacionados:

$$u_{it} = \alpha_i + \lambda_i' f_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$x_{mit} = \pi_{mi} + \delta_{mi}' g_{mt} + \rho_{1mi} f_{1mt} + \dots + \rho_{nmi} f_{nmt} + v_{mit} \quad (7)$$

$$f_{mt} \subset f_t \quad f_t = \delta^t f_{t-1} + \epsilon_{1t} \quad g_t = \kappa' g_{t-1} + \epsilon_{2t} \quad \epsilon_t = [\epsilon'_{1t} \ \epsilon'_{2t}]' \quad (8)$$

Con el supuesto (6), el cambio no observado de la PTF, ΔPTF , contiene: 1) un componente que varía en el tiempo y es común entre las regiones, f_t ; 2) un efecto fijo a través de las regiones de la productividad de los factores, α_i , y 3) una innovación a la PTF que varía con el tiempo y la región. El supuesto (7) implica, a su vez, que cada elemento observable de x_{it} , $x_{mit} \subset x_{it}$; $m=1,2$ ($x_{1it} = d_{it}$, $x_{2it} = k_{it}$), depende de: 1) un conjunto de factores no observados que varían en el tiempo, que es específico para cada variable y común para todas las regiones, g_{mt} ; 2) un sub subconjunto de los factores no observables que determinan la PTF, $f_{nmt} \subset f_t$; 3) un conjunto de efectos fijos para cada región y que son variables dependientes, π_{mi} , y 4) una innovación idiosincrática que varía en el tiempo y a través de las regiones, v_{mit} . Por último, de acuerdo con (8), los factores comunes que rigen la PTF, la descentralización fiscal y el crecimiento del capital privado, siguen una dinámica de VAR(1).

Seguindo a los autores, el modelo estadístico (5) a (8) podría representar una función de producción con las siguientes características: 1) la tecnología observada es heterogénea entre las regiones; 2) contiene variables observables y no observables posiblemente integradas; 3) introduce efectos indirectos (*spillovers*) y correlaciones espaciales entre las variables observables y las no observables a través de las regiones; 4) incorpora heterogeneidad observada y no observada entre las variables; 5) admite factores de producción endógenos, y 6) los factores de producción observables y no observables son dinámicos. Sobre este último aspecto véase Bond y Eberhardt (2013), Baltagi *et al.* (2008), y Hsiao y Pesaran (2008).

Conviene precisar que las dos últimas ecuaciones, (7) y (8), describen tres fuentes potenciales de cambio en la descentralización fiscal. La primera se refiere a choques tiempo-dependientes que afectan la descentralización fiscal de manera similar a todas las regiones, g_{1t} , tales como las políticas del gobierno central asociadas con las transferencias. Esta fuente de variación es el primer elemento de ϵ_{2t} . La segunda tiene que ver con choques regionales tiempo-dependientes, v_{1it} , los cuales pueden surgir, por ejemplo, de política impositivas o de gasto idiosincráticas de cada región. Y en tercer lugar, innovaciones tiempo-variantes a la productividad que son comunes a todas las regiones, f_{n1t} , tales como las políticas nacionales para incrementar la eficiencia del recaudo de impuestos o del gasto en los entes territoriales, y que podrían inducir correlaciones (*spillovers* entre las regiones) en el crecimiento del producto regional y de la descentralización fiscal. La tercera fuente es también un elemento de ϵ_{1t} .

Como resultado, una innovación de una sola vez en la descentralización fiscal tiene un efecto transitorio y uno permanente sobre el producto per cápita (lado izquierdo de 5). En efecto, si todo lo demás no cambia, un choque positivo por una vez en el primer elemento de ϵ_{2t} (una innovación en la descentralización fiscal) o en un elemento de ϵ_{1t} (una innovación común en los componentes de la PTF que afecta la descentralización fiscal), se transmite de manera AR(1) a g_t y f_t , respectivamente y, por tanto, con la misma dinámica AR(1), lo hace al crecimiento del producto per cápita de la región. En consecuencia, al integrar esta respuesta surge un cambio permanente en el producto regional.

Por otra parte, un choque idiosincrático positivo y de una vez a la descentralización fiscal v_{1it} , se traduce, *ceteris paribus*, en un incremento del producto regional per cápita de tamaño β_i , el cual, después de la integración, se traduce en un cambio permanente en la producción per cápita de la misma magnitud. En consecuencia, independientemente de la fuente de los choques por descentralización fiscal, comunes o idiosincráticos a las regiones, la producción per cápita aumenta permanentemente en el largo plazo.

La estimación del modelo (5) a (8) se realiza con el método *augmented mean group* (AMG), propuesto por Eberhardt y Teal (2010) y Bond y Eberhardt (2013). Esta elección se justifica por el muy moderado tamaño de nuestro panel de datos. En estas circunstancias algunos de los parámetros que no son de interés son tratados como molestias (*nuisance*). En particular, suponiendo que los vectores tecnológicos regionales β_i sean aleatorios con media $\bar{\beta}$, solo este último puede ser consistentemente estimado (Coakley *et al.*, 2006).

4. Resultados

4.1 Los datos

Nuestros datos contienen registros anuales sobre PIB, finanzas públicas, demografía, educación, entre otras, para veinticuatro regiones de Colombia entre 1990 y 2012. Infortunadamente no hay suficiente información para todas las regiones del país (32), pero las regiones de la muestra (24) explican en promedio el 97,7% del PIB nacional. Las variables empleadas en las estimaciones por panel de datos se describen en el Anexo 1, así como otras variables empleadas en los ejercicios de corte transversal y aquellas requeridas para

evaluar el efecto de complementariedad entre bienes públicos. Deben hacerse dos observaciones sobre los datos.

La primera se refiere a los indicadores de descentralización fiscal que se basan tanto en los gastos como en los ingresos, d_{it} . Tomamos el criterio de autonomía de gasto y de los impuestos como las medidas más pertinentes para este estudio. La autonomía regional de gasto se define como el gasto ejecutado por el gobierno de la región i (es decir, gastos financiados con recursos propios), excluyendo las transferencias recibidas del gobierno central. La autonomía por el lado de los impuestos se refiere a aquellos sobre los cuales los gobiernos regionales tienen cierto grado de autonomía jurídica (discrecionalidad). Los indicadores de autonomía se complementan con medidas alternativas de participación, que por el lado del gasto se define como la razón entre el gasto ejecutado por el gobierno regional i sobre el total del gasto de las administraciones públicas consolidadas, siendo este uno de los indicadores de descentralización más utilizados en los estudios de panel de países (OCDE, 2013). Con este último criterio, cuanto mayor sea la participación del gasto de i , mayor el grado de descentralizados de esa región.² También se considera la medida de descentralización por la participación de ingresos.

La segunda observación se relaciona con la estimación del capital privado regional, k_{it} , pues en Colombia no se dispone de esa información. Para obtener una aproximación, hallamos el valor inicial de capital agregado calculado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) con la metodología de inventarios permanentes. Este valor se actualiza con la inversión neta de las cuentas nacionales con una tasa de depreciación anual estándar del 4,92%. El siguiente paso consistió en identificar el componente público del capital a lo largo del tiempo (y por residuo el componente privado). Para ello se toma como ponderación los gastos en infraestructura (*proxy* de la inversión pública) como porcentaje de la inversión total proveniente también de las cuentas nacionales. Por último, se distribuye regionalmente el capital privado utilizando dos herramientas complementarias: en primer lugar, se aplica como ponderaciones la distribución del producto entre las regiones con el supuesto de que en estado estacionario el capital y el producto crecen al mismo ritmo. En segundo lugar, se tiene en cuenta la distribución regional de capital de las empresas manufactureras, la cual se obtiene a partir de la encuesta anual a la industria manufacturera.

4.2 Modelos de regresión del crecimiento

Antes de presentar los resultados, conviene anotar que se examinaron algunas propiedades estadísticas de las variables involucradas en los modelos del panel de datos (raíz unitaria, estacionaridad y dependencia entre regiones). En el Anexo 2 se presentan y ana-

² El gasto público ejecutado en la región i tiene en cuenta tanto los gastos operacionales como los de inversión realizados por el gobierno departamental de i , además de los gastos realizados por todos los municipios pertenecientes a esta región. Una fuente importante para financiar los gastos regionales son las transferencias del gobierno central, especialmente para educación. Para una región típica i , los gastos en educación financiados con transferencias fueron, en promedio, el 32% del gasto total entre 2002 y 2012. El resto de los gastos (más de dos terceras partes) se hizo en otros rubros tales como infraestructura, salud, servicio de la deuda, burocracia, etc.

lizan los resultados. Básicamente, las pruebas de raíz unitaria descartan su presencia en las variables incluidas en la ecuación 5 (con los distintos indicadores de descentralización) y, por tanto, todas las versiones del modelo son paneles estacionarios. Asimismo, la prueba de dependencia transversal (CD por su sigla en inglés) de Pesaran (2004) sugiere fuertemente la existencia de dependencia en el corte transversal de las variables de las veinticuatro regiones de Colombia.

El Cuadro 1 muestra las estimaciones del modelo descrito por las ecuaciones (5) a (8), con base en el estimador AMG, el cual fue diseñado para un tamaño moderado de panel y empleado en presencia de coeficientes heterogéneos de pendiente entre las regiones y una posible correlación entre los agentes. El signo de los parámetros es el esperado y el modelo parece explicar adecuadamente los mecanismos de crecimiento. Los coeficientes clave de la descentralización fiscal son positivos y significativos en sentido estadístico, lo que implica que la transferencia de funciones fiscales a los gobiernos regionales parece haber fortalecido el crecimiento económico regional. Empleando los indicadores de autonomía del gasto (modelo 1), por ejemplo, el resultado sugiere que un aumento del 10% en autonomía de gasto, para una región representativa i , podría contribuir en el largo plazo a un aumento del 2,4% en el crecimiento económico.

Cuadro 1
Resultados del panel de datos
Variable dependiente: PIB per cápita (tasa de crecimiento anual)

Variables	Autonomía fiscal		Participación fiscal	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Descentralización fiscal				
Autonomía del gasto d_{it}	0,0246 ***			
Autonomía tributaria d_{it}		0,1302 ***		
Participación del gasto d_{it}			1,5404 ***	
Participación de los ingresos d_{it}				1,5100 *
Capital privado per cápita k_{it}	0,6159 ***	0,5946 ***	0,6026 ***	0,6110 ***
Efectos de factores comunes λ_i	0,8323 ***	0,8084 ***	0,7672 ***	0,8461 ***
Const. (efecto regional fijo) α_i	-0,0158 ***	-0,0507 ***	-0,0325 ***	-0,0231 **
Número de obs. = 528				
Número de grupos = 24				

Nota: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$; proceso dinámico incluido como un regresor adicional.

Fuente: cálculos realizados por los autores.

El mayor coeficiente en el indicador de autonomía tributaria (modelo 2) es sorprendente debido a que en la actualidad hay un espacio limitado para que los gobiernos regionales gestionen sus propios impuestos. Tal vez haya una fuente potencial de crecimiento que aún deba ser examinada porque es razonable argumentar que la descentralización fiscal de los gastos también se asocia con el fortalecimiento de las bases de ingresos regionales. Por último, las evaluaciones de descentralización fiscal mediante la participación en los gastos e ingresos son positivas y significativas en sentido estadístico, con semi-elasticidades mayor a 1.

El efecto positivo de la descentralización fiscal sobre el crecimiento económico regional se explica por los canales asociados tanto con la demanda como con la oferta. Tomando el gasto como indicador para la descentralización fiscal (modelo 3), por ejemplo, el aumento relativo del gasto regional en infraestructura, capital humano y otros servicios públicos puede tener efectos positivos en el crecimiento económico de la región en el corto plazo, mediante el estímulo a la demanda agregada (efecto contemporáneo), y en una perspectiva a más largo plazo, debido a los efectos positivos sobre la acumulación de factores y su productividad (PTF). Cabe recordar que este parámetro mide el efecto promedio en los agentes y en el tiempo.

El vínculo directo hallado entre la descentralización fiscal y el crecimiento económico regional en Colombia es coherente con la mayoría de los documentos recientes sobre este tema. No obstante, algunos de ellos han afirmado que dicha relación es positiva pero no lineal, lo que sugiere una asociación en forma de *u* invertida (Akai *et al.*, 2007; Blöchliger, 2013). El nivel “óptimo” de descentralización derivado de esta discusión fija un límite más allá del cual la descentralización adicional puede desincentivar la actividad económica, en lugar de fomentarla. Exploramos esta hipótesis utilizando los datos para Colombia, pero no se encontró evidencia en su favor.

Con respecto a los otros resultados, el signo esperado para el parámetro de capital privado se confirma, el tamaño de la elasticidad es razonable y su significancia estadística es alta en todos los modelos. Sin embargo, lo más notable es el resultado positivo de los factores no observables comunes, que ayudan a explicar directamente el crecimiento económico de las regiones y también la acumulación de factores y su productividad. En el escenario teórico de Eberhardt y Bond (2009), los factores no observables capturan especialmente la productividad total de los factores de la función de producción. No obstante, algunos aspectos diferenciales que han sido reconocidos por la literatura como factores determinantes para el desarrollo de los países (regiones), tales como la cultura, las costumbres, el clima, aspectos geográficos, calidad de las instituciones, etc. (Acemoglu *et al.*, 2005), también podrían ser incluidos como factores no observables. Debido a la carencia de datos para realizar estas estimaciones, no es posible obtener los parámetros de cada uno de estos factores.

Para verificar la validez de nuestros resultados, se realizaron las pruebas de raíz unitaria y de dependencia transversal para los residuos de cada panel estimado. De manera complementaria, se desarrolló un análisis de componentes principales (ACP), tanto de los residuos de los modelos como del propio crecimiento del PIB regional. Los resultados para el primer caso se muestran en el Cuadro 2. Por una parte, se confirma la ausencia de raíces unitarias, dado que los valores *p* se encuentran muy por debajo de 0,05 y, por otra, se presenta evidencia contundente de falta de dependencia residual transversal, pues los correspondientes valores *P* están entre 0,45 y 0,82, lo cual sugiere que los modelos explican exitosamente esta característica de los datos. Por su parte, la comparación del ACP del crecimiento regional del PIB con el de los residuos del modelo (Anexo 2 y Cuadro 3, respectivamente), revela que el modelo captura una fracción importante del componente común del crecimiento regional, validando así nuestra estrategia empírica.

Cuadro 2

Prueba de raíz unitaria de Levin-Lin-Chu y pruebas transversales de dependencia CD Pesaran para residuales del panel con indicadores de descentralización fiscal dife entes

Residuales del panel con cada indicador de descentralización fiscal	Prueba Levin-Lin -Chu ^{1/}		Prueba de CD Pesaran ^{2/}	
	Coefficient	Valor-p	Coefficient	Valor-p
d_{it} – Autonomía de gasto	-1,14	0,00	-0,23	0,82
d_{it} – Autonomía tributaria	-1,09	0,00	0,76	0,45
d_{it} – Participación del gasto	-1,15	0,00	-0,30	0,76
d_{it} – Participación del ingreso	-1,13	0,00	-0,29	0,77

^{1/} Prueba Levin-Lin-Chu, bajo la hipótesis nula de no estacionariedad.

^{2/} Prueba de CD Pesaran - Bajo la hipótesis nula de independencia transversal $CD \sim N(0,1)$.

Fuente: cálculos de los autores.

Cuadro 3

Análisis de los componentes principales de los residuales con diferentes indicadores de descentralización fiscal

Orden	Autonomía fiscal				Participación fiscal			
	d_{it} – Gasto		d_{it} – Ingreso		d_{it} – Gasto		d_{it} – Ingreso	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,21	0,21
2	0,13	0,33	0,12	0,31	0,13	0,32	0,13	0,33
3	0,12	0,45	0,12	0,43	0,12	0,44	0,12	0,46
4	0,10	0,55	0,11	0,54	0,09	0,54	0,10	0,56
5	0,09	0,64	0,09	0,63	0,08	0,62	0,08	0,64
6	0,07	0,71	0,07	0,69	0,08	0,70	0,08	0,72
7	0,06	0,77	0,05	0,75	0,06	0,76	0,05	0,77
8	0,05	0,82	0,05	0,80	0,05	0,81	0,05	0,82

Nota: (1) Corresponde a la proporción de variación explicada y (2) corresponde a la variación explicada acumulada.

Fuente: cálculos de los autores.

El Cuadro 4 muestra los resultados del modelo de regresión del crecimiento, esta vez en una dimensión transversal como una alternativa para permitir la introducción de otro tipo de controles. Cada columna representa el modelo estimado para cada uno de los indicadores de descentralización fiscal en diferentes períodos. Nos interesa verificar aquí los efectos de la descentralización fiscal sobre el crecimiento económico de la región, controlando los niveles iniciales del producto y del capital humano, medido este último con el nivel inicial en la cobertura de la educación. Como se puede observar, el signo de los parámetros para la descentralización fiscal y el capital privado se confirman y siguen teniendo el nivel más alto de significancia estadística. Curiosamente, el impacto de la descentralización fiscal en el crecimiento económico evaluado mediante los indicadores del gasto y de autonomía fiscal es mayor en los últimos tiempos. Además, sobresale el parámetro negativo y significativo encontrado para el nivel inicial del PIB, lo que sugiere una convergencia en el crecimiento económico regional en Colombia. Por último,

encontramos el signo no esperado para el parámetro de capital humano inicial, aunque se debe anotar que este hallazgo no es exclusivo en nuestro trabajo, por lo que se requiere profundizar más este tema (véase Davoodi y Zou, 1998).

Cuadro 4

Resultados transversales

Variable dependiente: PIB per cápita (tasa media de crecimiento anual)

Variables	Gastos	Impuestos	Gastos	Ingresos
	autonomía, 2000-2012	autonomía, 2000-2012	participación, 1990-2012	participación, 1990-2012
Indicador de descentralización fiscal d_i	0,0906 ***	0,0312 ***	0,1588 ***	0,1324 ***
Capital privado, k_i	1,0679 ***	0,7697 ***	0,4127 ***	0,6260 ***
Nivel inicial del PIB per cápita	-8.92e-09 **	-9.83e-09 **	-1.10e-08 ***	-1.12e-08 ***
Nivel inicial de cobertura en educación	-0,0787 ***	-0,0382 ***	-0,0181 ***	-0,0307 ***
Constante	-0,0018	0,0308 ***	0,0354 ***	0,0412 ***
Número de observaciones	24	23	22	22

Fuente: cálculos de los autores.

4.3 Complementariedad entre bienes públicos

Con el fin de evaluar empíricamente la posible complementariedad entre los bienes públicos suministrados por los gobiernos regionales (sección 2.2), seguimos la estrategia propuesta por Akai *et al.* (2007), que comienza por linealizar la función de producción mencionada en la sección 2.1,

$$\ln Y_{i,t} = B + (1-\beta) \ln K_{i,t} + \beta (\ln l_{i,t} + \ln N_{i,t}) \tag{9}$$

donde $\ln Y_{i,t}$ es el logaritmo del PIB per cápita de la región i ; $\ln K_{i,t}$ es el logaritmo del capital privado per cápita, y es el número de trabajadores per cápita en cada región, calculado como la relación entre la población económicamente activa sobre la población total. A su vez, el valor de $\ln l_{i,t}$ corresponde a la forma logarítmica de la ecuación (4), donde $p(j)$ denota la realización de los programas públicos financiados por la jurisdicción j . Es decir:

$$\ln l_{i,t} = \frac{1}{\rho} \ln \left\{ \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J p_t(j)^\rho \right\} \tag{10}$$

Para el caso de Colombia, se construye mediante la definición $p_t(j) = m_j + d_j$, donde m_j es el gasto realizado por municipio j y d_j es la participación del municipio (alícuota) en los gastos del departamento al que pertenece. El tamaño de la población, pop , de cada municipio con relación a su departamento se utiliza para ponderar dicha alícuota, de modo que $d_j = \frac{pop_j}{pop_i} l_i$. Tal como sugiere la literatura, los gastos públicos pertinentes para este cálculo incluyen especialmente aquellos relacionados con formación de capital

(inversión), la cual tiene un mayor poder para generar efectos indirectos (*spillover*). Por tanto, los gastos en infraestructura realizados en la región i en carreteras, electricidad, parques, sistema de transporte masivo y demás, podrían tener efectos beneficiosos sobre el crecimiento (y los factores) de las regiones vecinas, por consideraciones espaciales o de dependencia geográfica, y viceversa. Los parámetros se estiman a partir de la siguiente ecuación no lineal de segundo orden por mínimos cuadrados no lineales agrupados:

$$\hat{\theta} = \underset{\theta \in R^2}{\operatorname{argmin}} \left\{ \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N (\ln Y_{i,t} - [B + (1-\beta) \ln K_{i,t} + \beta (\ln l_{i,t} + \ln N_{i,t})])^2 \right\} \quad (11)$$

donde $\theta = [\beta, \rho]^T$ es el vector de los parámetros a estimar. La estimación se realizó por minimización numérica sin restricciones del lado derecho de la ecuación (11) utilizando el *software* SAS/IML. Los datos se refieren a las trece regiones más representativas del mercado laboral colombiano para el período 2001-2012.³ Los resultados se resumen en el Cuadro 5 y se comparan con las estimaciones realizadas por Akai *et al.* (2007) para los Estados Unidos.

Cuadro 5

Estimación del efecto de complementariedad de los bienes públicos

Variable dependiente: Log del PIB per-cápita (para las trece regiones más representativas)

Parámetro	Colombia: cálculos de los autores para trece regiones en 2001-2012			Estados Unidos: 50 estados para el período 1992-1997 Akai <i>et al.</i> (2007)		
	Estimación	Estadístico t	Valor- p	Estimación	Estadístico t	Valor- p
B	3,38	11,63	0,000	3,35	3,67	0,000
β	0,47	5,19	0,000	0,34	5,35	0,000
ρ	0,78	3,26	0,000	0,48	3,98	0,000

Fuente: cálculos de los autores.

La hipótesis nula de $\rho = 0$ es rechazada con un nivel de significancia de 1%, por lo que el valor resultante de ρ es significativamente positivo para Colombia. Tal como prescribe la teoría, este es el caso en el cual los bienes públicos suministrados en las regiones son complementarios entre sí, o tienen efectos indirectos que se extienden a lo largo de estas (*spillover*), fortaleciendo, en últimas, el crecimiento económico nacional. De la comparación con los Estados Unidos, podemos concluir que los bienes públicos regionales en Colombia tienen un menor efecto complementario porque entre mayor sea el parámetro ρ , menor es su efecto (sección 2.2). El parámetro para el capital privado ($1-\beta$)

³ Los datos del mercado laboral fueron tomados del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Su informe contiene datos solo para las trece regiones más representativas. Debido a los cambios en las encuestas, se dispone de información de 2001 a 2012.

es altamente significativo y cercano a lo que se obtuvo por medio de las regresiones del panel de datos. A su vez, el valor de β debe ser tomado con cautela, ya que este no es un análisis de crecimiento dinámico; por tanto, las implicaciones para el residuo de Solow no están totalmente establecidas.

5. Comentarios finales

En este documento se ofreció evidencia empírica sobre el papel de la descentralización fiscal en el crecimiento económico regional en Colombia. El periodo analizado abarca desde 1992 hasta 2012, lo cual es adecuado puesto que la Constitución Política de 1991 intentó impulsar el desarrollo regional mediante la descentralización. Por esta época la mayoría de los países de América Latina reforzaron el papel de los gobiernos regionales en su estrategia de desarrollo, convirtiendo la descentralización en el núcleo de las reformas institucionales de finales del siglo XX.

La estrategia empírica implicó la elección de una técnica adecuada para el enfoque de panel de datos que nos permitiera incluir un amplio conjunto de factores sugeridos por la literatura como determinantes del crecimiento económico, así como el exitoso tratamiento de los principales problemas econométricos. Los estimadores AMD (*Augmented Mean Group*), propuestos por Eberhardt y Bond (2009), Eberhardt y Teal (2010) y Bond y Eberhardt (2013) nos ayudaron para estos fines. La estrategia fue complementada con otras herramientas empíricas, tales como modelos de corte transversal para diferentes periodos y amplios controles y, especialmente, el desarrollo de las pruebas de las hipótesis sobre la complementariedad entre bienes públicos suministrados por las distintas jurisdicciones.

Nuestros resultados confirman la relación positiva entre la descentralización fiscal y el crecimiento económico en todas las regiones de Colombia, con un parámetro de semielasticidad mayor a 1, lo que implica que la transferencia de funciones fiscales a los gobiernos regionales fortaleció el crecimiento territorial. Estos resultados son robustos con los cuatro indicadores más utilizados para determinar la descentralización fiscal: dos basados en los gastos y dos en los ingresos. La relación que se observa también es coherente con los últimos documentos sobre este tema, aun cuando no se encontró evidencia de su no linealidad.

Los efectos positivos de la descentralización fiscal sobre el crecimiento regional también han sido confirmados mediante modelos transversales que controlan el nivel inicial del producto y el capital humano. Los signos esperados para los parámetros de los restantes factores que explican el crecimiento fueron confirmados con un tamaño razonable de sus elasticidades. También, es notable el resultado positivo de los factores comunes no observables que ayudan a explicar el crecimiento económico directamente. Entre ellos se encuentra la productividad total de los factores, que podría verse afectada, a su vez, por aspectos diferenciales entre las distintas regiones, tales como la cultura, las costumbres, el clima, aspectos geográficos, calidad de las instituciones, etcétera. Finalmente, se confirma la hipótesis de que los bienes públicos suministrados por las distintas jurisdicciones en Colombia (especialmente los de infraestructura) tienen un efecto indirecto positivo

y significativo sobre el crecimiento del resto de las regiones, aunque en menor grado al encontrado en los Estados Unidos.

Referencias

- Acemoglu, D.; Johnson, S.; Robinson, J. A. (2005). "Institutions as a Fundamental Cause of Long-Run Growth", *Handbook of Economic Growth*, vol. 1A; Philippe Aghion y Steven N. Durlauf, (eds.), Elsevier B.V.
- Akai, N.; Nishimura, Y.; Sakata M. (2007). "Complementarity, Fiscal Decentralization and Economic Growth", *Economics of Governance*, núm. 8, pp. 339-362.
- Asatryan, Z. (2010). "Fiscal Decentralization and Economic Growth in OECD countries: A Bayesian model averaging approach", Mimeo, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Baltagi, B.; Bresson, G.; Pirotte, A. (2008). "To Pool or Not to Pool?", capítulo del libro *The Econometrics of Panel Data*, Mátyás, László y Sevestre, Patrick (eds.), pp. 517-546, Springer Berlin Heidelberg
- Bardhan, P.; Mookherjee, D. (2005). *Decentralization, Corruption and Government Accountability: an overview*, Handbook of Economic Corruption.
- Barro, R. (1990). "Government Spending in a Simple model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economics*, vol. 98, núm. 5, pp. 103-125
- Baskaran, T.; Feld, L.; Schnellenbach, J. (2009). "Fiscal Federalism, Decentralization and Economic Growth: Survey and Meta-Analysis", CESifo Group Munich.
- Bénabou, R. (1996). "Heterogeneity, Stratification, and Growth: macroeconomic implications of community structure and school finance", *American Economic Review*, vol. 86, núm. 3, pp. 584-609.
- Breinlich, H.; Ottaviano, G.; Temple, J. (2013). "Regional Growth and Regional Decline", CEPR Discussion Paper, núm. DP9568, Centre for Economic Policy Research.
- Blöchliger, H. (2013). "Decentralisation and Economic Growth Part 1: How Fiscal Federalism Affects Long-Term Development", OECD Working Paper on Fiscal Federalism, núm. 14, OECD Publishing.
- Bond, S.; Eberhardt, M. (2013). "Accounting for Unobserved Heterogeneity in Panel Time Series Models", Universidad de Oxford.
- Bonet, J. (2006). "Desequilibrios regionales en la política de descentralización en Colombia", *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 77. Banco de la República.
- Brueckner, J. (2001). "Fiscal Decentralization in Developing Countries: the Effects of Local Corruption and Tax Evasion", *Annals of Economics and Finance*, vol. 1, núm. 18, Universidad de Illinois.
- Cass, D. (1965). "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation", *Review of Economic Studies*, núm. 32, 233-240.
- Cheng, H.; Pesaran, M. H. (2008). "Random Coefficient Models", Chapter of the book "The Econometrics of Panel Data", Mátyás, László y Sevestre, Patrick (eds.) pp. 185-213, Springer Berlin Heidelberg.

- Coakley, J.; Fuertes, A.; Smith, R. (2006). "Unobserved Heterogeneity in Panel Time Series Models", *Computational Statistics & Data Analysis*, vol. 50, núm. 9, pp. 2361-2380.
- Davoodi, H.; Zou, H. (1998). "Fiscal Decentralization and Economic Growth: A Cross-Country Study", *Journal of Urban Economics*, vol. 43, núm. UE972042, pp. 244-257.
- Dell'Erba, S.; Sola, S. (2013). "Does Fiscal Policy Affect Interest Rates? Evidence from a factor augmented panel", working paper, núm. 159, IMF.
- Durlauf, S.; Johnson, P.; Temple, J. (2005). "Growth Econometrics", *Handbook of Economic Growth*, vol. 1A. by Philippe Aghion y Steven N. Durlauf (eds.), Elsevier B.V.
- Eberhardt, M.; Bond, S. (2009). "Cross-Section Dependence in Nonstationary Panel Models: a novel estimator", *Institute for Fiscal Studies*, Universidad de Oxford.
- Eberhardt, M.; Teal, F. (2010). "Productivity Analysis in Global Manufacturing Production", Discussion Paper series, Universidad de Oxford.
- Faguet, J.; Sanchez, F. (2008). "Decentralization Effects on Educational Outcomes in Bolivia and Colombia", *World Development*, vol. 36, núm. 7, pp. 1294-1316.
- Faguet, J.; Sánchez, F. (2009). "Decentralization and Access to Social services in Colombia", Documentos CEDE, Universidad de los Andes, núm. 6.
- Fisman, R.; Gatti, R. (2002). "Decentralization and Corruption: Evidence Across Countries", *Journal of Public Economics*, vol. 83, núm. 3, pp. 325-345.
- Hsiao, C.; Pesaran, M. H. (2008). Random Coefficient Models. In *The econometrics of panel data*, pp. 185-213; Springer Berlin Heidelberg.
- Im, K. S.; Pesaran, M. H.; Shin, Y. (2003). "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, vol. 115, núm. 1, pp. 53-74.
- James, M. (1999). "The Political Economy of Democratic Decentralization", Banco Mundial, Washington D. C.
- Kim, H. (2013). "Fiscal Decentralization and Economic Growth in Korea", Korea Institute of Public Finance.
- Koopmans, T. (1965). "On the concept of optimal economic growth", *The Econometric Approach to Development Planning*, cap. 4, pp. 225-87. North-Holland Publishing Co., Amsterdam.
- Iimi, A. (2005). "Decentralization and Economic Growth Revisited: An Empirical Note", *Journal of Urban Economics*, vol. 57, núm. 3, pp. 449-461.
- Lee, K. S.; Roy, G. (1999). "Developing Towns and Cities: Lessons from Brazil and the Philippines", Washington, W. C., Banco Mundial.
- Levin, A.; Lin, C.; Chu, C. J. (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and finite sample properties", *Journal of Econometrics*, vol. 108, núm. 1, pp. 1-24.
- Loboguerrero, A. (2008). "Decentralization in Colombia: Why Do Localities Respond to Fiscal Transfers in a Different Way?", Ph. D. Dissertation, University of California (Los Angeles).
- Lozano, I.; Martínez, M. (2013). "Enrollment and Quality Levels of Colombia's Public Basic Education: Has Fiscal Decentralization Improved Them?", Borradores de Economía, Banco de la República, núm. 747.

- Melo, L. (2005). "Impacto de la descentralización fiscal sobre la educación pública colombiana", Borradores de Economía, Banco de la República, núm. 350.
- Moscone, F.; Tosetti, E. (2009). "A Review and Comparison of Tests of Cross-Section Independence in Panels", *Journal of Economic Surveys*, vol. 23, núm. 3, pp. 528-561.
- Nishimura, Y. (2006). "Human Fallibility, Complementarity and Fiscal Decentralization", *Journal of Public Economy Theory*, vol. 8, núm. 3, pp.487-501.
- OCDE (2013). *Government at a Glance*, OECD Publishing.
- Oates, W. (1999). "An essay on fiscal federalism", *Journal of Economic Literature*, núm. 37, pp. 1120- 1149.
- Oxhorn, P.; Tulchin, J.; Selee, A. (2004). "Decentralization, Democratic Governance, and Civil Society in Comparative Perspective: Africa, Asia, and Latin America", Baltimore, Johns Hopkins University Press and Woodrow Wilson Center Press.
- Pesaran, M. (2004). "General diagnostic tests for cross section dependence in panels", Cambridge Working Papers in Economics, núm. 0435, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Ramírez J.; Díaz, Y.; Bedoya, J. (2014). "Decentralization in Colombia: Searching for Social Equity in a Bumpy Economic", working paper, núm. 62, Fedesarrollo.
- Rodden, J.; Rose-Ackerman, S. (1997). "Does Federalism Preserve Markets?", *Faculty Scholarship Series*, núm. 590, Yale University.
- Sánchez, F.; Chacón, M. (2005). "Conflicto, estado y descentralización: del progreso social a la disputa armada por el control local, 1974-2002", Documentos CEDE, núm. 22, Universidad de Los Andes.
- Sánchez, F. (2006). "Descentralización y progreso en el acceso a los servicios sociales de educación, salud y agua y alcantarillado", Documentos CEDE, núm. 15, Universidad de Los Andes.
- Stein, E. (1998). "Fiscal Decentralization and Government Size in Latin America", Working Paper, *Inter-American Development Bank*, núm. 368.
- Tiebout, C. (1956). "A pure theory of local expenditures", *Journal of Political Economy*, vol. 64, núm. 5, pp. 416-424.
- Tulchin, J.; Selee, A. (2004). "Decentralization and Democratic Governance in Latin America", *Wilson Center Reports on the Americas*, núm. 12, Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Villa E.; Restrepo, J.; Moscoso, M. (2014). "Crecimiento económico, conflicto armado y crimen organizado, evidencia para Colombia", en *Costos económicos y sociales del conflicto en Colombia: ¿cómo construir un posconflicto sostenible?*, Universidad de los Andes
- Weingast, B. (1995). "The Economic Role of Political Institutions: Market-preserving federalism and economic development", *The Journal of Law, Economics and Organization*, núm. 11.

Anexo 1

Descripción del conjunto de datos

Modelos de panel de datos

Variable	Descripción
$y_{i,t}$	PIB real per cápita de la región con base en los datos del producto y de la población del DANE: Y_{it}/P_{it}
	P_{it} : población regional
$k_{i,t}$	Capital privado per cápita. Puede encontrar información adicional sobre su construcción en la sección 3: K_{it}/P_{it}
$d_{i,t}$	DF-autonomía del gasto: $\frac{RE_{it} - T_{it}}{RE_{it}}$ RE_{it} : gastos del gobierno central para la región i T_{it} : transferencias recibidas del gobierno central por región i Fuente: cálculos de los autores, basados en datos del DNP y del MHCP.
$d_{i,t}$	DF-autonomía tributaria: $\frac{AT_{i,t}}{TR_{i,t}}$ $AT_{i,t}$: impuestos sobre los que los gobiernos regionales tienen algún grado de autonomía con respecto a los ingresos tributarios del gobierno general. TR_{it} : ingresos fiscales totales para cada región Fuente: cálculos de los autores, basados en datos del DNP.
$d_{i,t}$	DF-participación de gasto: $\frac{RE_{it}}{\sum_{i=1}^{24} RE_{it} + CE_{it}}$ RE_{it} : Gastos del gobierno de la región i . CE_{it} : Gastos del Gobierno Central Fuente: cálculos de los autores, basados en datos del DNP.
$d_{i,t}$	DF-participación de los ingresos $\frac{T.REV_{it}}{\sum_{i=1}^{24} T.REV_{it} + C.REV}$ $T.REV_{it}$: ingresos totales de la región i . $C.REV$: ingresos totales del gobierno central. Fuente: cálculos de los autores, basados en datos del DNP.
Otros modelos	
Variable	Descripción
$\ln N_{i,t}$	Número de trabajadores por habitante: $\frac{\text{Población económicamente activa}}{\text{Población total}}$ Fuente: DANE.
$\ln l_{i,t}$	Logaritmo del bien público global en la región i .: $\ln l_{i,t} = \frac{1}{\rho} \ln \left\{ \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J p_t(j)^\rho \right\}$ ρ : grado de [inter] complementariedad global entre los servicios públicos

Anexo 1 (continuación)

Descripción del conjunto de datos

Modelos de panel de datos

Otros modelos	
Variable	Descripción
$p_t(j)$	Realización de programas públicos financiados por la jurisdicción j :
	$p_t(j) = m_j + d_j$
	m_j : gastos del municipio j Fuente: cálculos de los autores, basados en datos del DNP.
d_j	Tamaño de la población, pop , de cada municipio con relación a su departamento:
	$d_j = \frac{pop_j}{pop_i} l_i$
	Fuente: DANE.
$d_{i,t}$	Indicador promedio de descentralización fiscal
	$\frac{\sum_{t=1}^{22} d_{i,t}}{n}$
	Fuente: cálculo de los autores.
Variables de nivel inicial	Nivel inicial de la población: población en 1990.
	Nivel inicial de educación: nivel de cobertura educativa en 1996. Fuente: DANE.

Anexo 2

Prueba de unidad raíz y dependencia transversal para las variables incluidas en los modelos de panel de datos

Cuadro A2.1

Prueba de raíz unitaria Levin-Lin-Chu y pruebas de Dependencia transversal CD de Pesaran

Variable	Prueba Levin-Lin -Chu ^{1/}			Prueba de CD Pesaran ^{2/}	
	Coefficient	Valor-p	Rezagos	Prueba de CD	Valor-p
y_{it}	-1,07	0,00	1	21,80	0,00
k_{it}	-1,21	0,00	1	37,31	0,00
d_{it} – Autonomía de gasto	-0,02	0,00	1	52,31	0,00
d_{it} – Autonomía tributaria	-0,34	0,00	1	38,49	0,00
d_{it} – Participación del gasto	-0,27	0,02	3	47,92	0,00
d_{it} – Participación del ingreso	-0,25	0,00	1	38,37	0,00

^{1/}Prueba Levin-Lin -Chu, bajo la hipótesis nula de no estacionalidad^{2/}Prueba de CD Pesaran, bajo la hipótesis nula de independencia transversal: $CD \sim N(0,1)$.

Fuente: cálculos de los autores.

Las pruebas estándar de la unidad raíz descartan la presencia de estas en las distintas versiones de las variables incluidas en la ecuación 5 y, por tanto, dicha ecuación no es un panel cointegrado. Los resultados del Cuadro A2.1 muestran valores p muy inferiores a 0,05 para las correspondientes pruebas de unidad de raíz de Levin, Lin y Chu (Levin, Lin y Chu, 2002). A su vez, el número óptimo de rezagos es pequeño. El rezago óptimo más grande aparece en el indicador de descentralización fiscal basada en gastos (tres rezagos), mientras que el resto de las variables solo requiere un rezago para obtener ruido blanco residual. Estos resultados fueron corroborados con otras pruebas de unidad de raíz para paneles (Im, Pesaran y Shin, 2003) con el mismo resultado. Por consiguiente, las diferentes versiones de la ecuación 3 corresponden a los paneles estacionarios. Por su parte, la prueba de CD de Pesaran (2004) sugiere fuertemente la existencia de dependencia transversal entre las veinticuatro regiones para las distintas variables. De hecho, los resultados muestran valores p extremadamente bajos para la una independencia transversal entre las regiones, y los niveles de correlación simple y absoluta muestran una moderada relación entre las variables, lo cual sugiere que la dependencia transversal es generalizada en nuestro conjunto de datos.

Para explorar el comportamiento de los residuos, se realiza un análisis pre-post de los componentes principales (PCA por su sigla en inglés) en todas las series de crecimiento regional del PIB. Los resultados del Cuadro A2.2 que aparece a continuación revelan que el primer componente principal explica el 35% de la correlación entre las regiones, mientras que el segundo y tercer componentes explican el 12% y el 9%, respectivamente. Adicionalmente, existe evidencia clara sobre la dependencia regional que puede estar relacionada con efectos *spillover* y correlación geográfica. Por último, hay evidencia de

la existencia de factores no observables que afectan el producto, lo que podría explicar, al menos parcialmente, las variaciones en el crecimiento del producto.

Cuadro A2.2

Análisis de los componentes principales del crecimiento del PIB regional

Orden	Valor propio	Diferencia	Proporción	Acumulado
1	8,35	5,51	0,35	0,35
2	2,84	0,78	0,12	0,47
3	2,06	0,09	0,09	0,55
4	1,97	0,41	0,08	0,63
5	1,56	0,17	0,07	0,70
6	1,39	0,36	0,06	0,76
7	1,03	0,14	0,04	0,80
8	0,89	0,19	0,04	0,84

Fuente: cálculos de los autores.

2. Crecimiento municipal en Colombia: el papel de las externalidades espaciales, el capital humano y el capital físico

**Luis Armando Galvis-Aponte
Lucas Wilfried Hahn-De-Castro***

Colombia es un país que presenta altos índices de desigualdad económica en el contexto internacional. En 2012 el índice de Gini fue de aproximadamente el 54%, situando a Colombia como uno de los países más desiguales del continente. Por otro lado, en el país se presentan marcadas diferencias económicas regionales. Por ejemplo, existen municipios con alta generación de valor agregado, sobre todo a lo largo de la cordillera de los Andes, resaltándose el caso de los municipios de Cundinamarca, Antioquia, Santander y en el norte del Valle del Cauca (Mapa 1).

Estas tienen su origen en diferentes factores de tipo geográfico, económico e institucional, que han condicionado el desempeño de los departamentos y los municipios. Esos factores probablemente han manifestado sus efectos en las condiciones de persistencia de la pobreza en los últimos años (Galvis y Meisel, 2010) o incluso en la persistencia de las condiciones de prosperidad desde una perspectiva de largo plazo (Meisel, 2014).

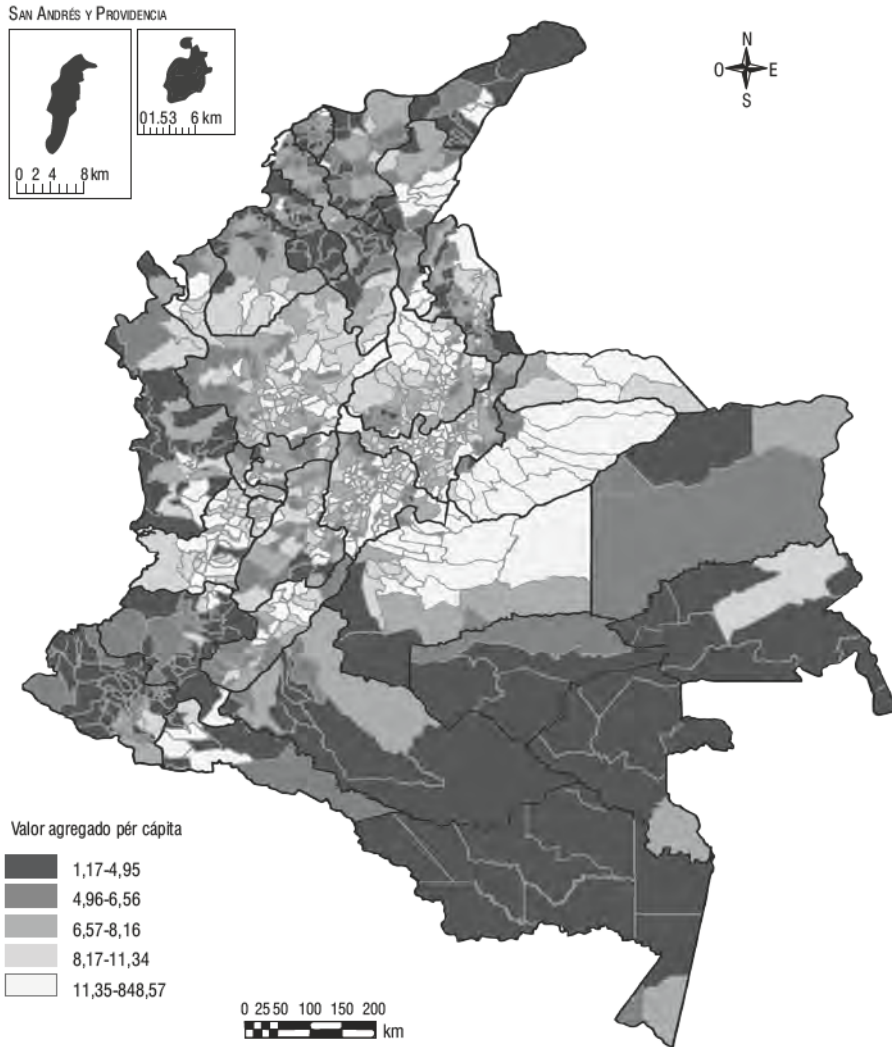
Además de los contrastes en la generación de valor agregado, también se puede notar patrones en su distribución espacial. Por ejemplo, existen zonas que son relativamente pobres, las cuales comparten iguales características en sus alrededores. Asimismo, las zonas prósperas presentan municipios ricos con vecinos en condiciones similares. Ello representa un indicio de que el aspecto geográfico o espacial puede ser un factor de relevancia en el estudio de la dinámica de generación de valor agregado en los municipios colombianos o incluso de su crecimiento económico.

* Se agradece la asistencia de Diana Romero, estudiante en práctica del CEER, y los comentarios de Jaime Bonet, Gerson Javier Pérez y Karina Acosta, investigadores del CEER, así como de Vicente Royuela, profesor e investigador del grupo AQR-IREA de la Universidad de Barcelona. También se agradece la colaboración de Cem Ertur y Wilfried Koch, quienes compartieron sus rutinas de Matlab para el modelo básico con capital físico que luego complementamos para correr el modelo ampliado con capital humano. Una versión preliminar resumida de este artículo fue publicada en la revista *Sociedad y Economía*, vol. 31, julio-diciembre de 2016. Se publica aquí con permiso de los editores de la revista.

Los autores son economistas del Centro de Estudios Económicos Regionales -CEER-, Banco de la República, sucursal Cartagena.

Mapa 1

Valor agregado per cápita, miles de millones de pesos de 2012



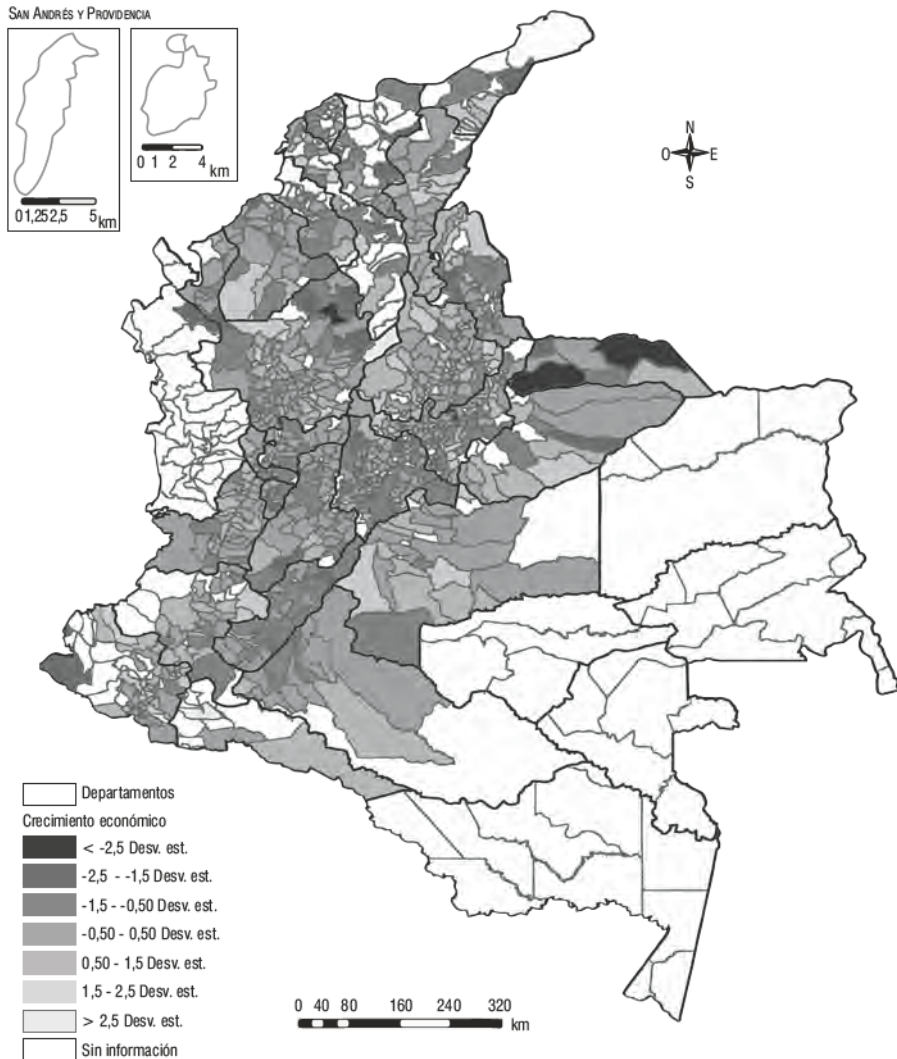
Fuente: DANE; elaboración de los autores.

Por otro lado, la estimación de crecimiento municipal realizada en este documento muestra también un panorama poco homogéneo¹. El Mapa 2 presenta la distribución del crecimiento económico per cápita por municipio, entre 1993 y 2012. Nótese que al hacer

¹ Los detalles de la estimación se presentan en la sección de datos.

el cálculo del crecimiento la muestra se reduce, debido a la menor disponibilidad de cifras para 1993. De todas formas, también es posible inferir algún tipo de patrón espacial en la distribución de las tasas de crecimiento municipal. Por ejemplo, municipios con tasas de crecimiento bajo, están rodeados de otros cuyo crecimiento también es bajo.

Mapa 2
Crecimiento económico per cápita estimado, 1993-2012



Fuentes: DANE y DNP; elaboración de los autores.

Este artículo realiza un análisis del crecimiento económico municipal para el período 1993-2012, utilizando un enfoque espacial. Siguiendo el análisis propuesto por Mankiw, *et al.*, (1992), se estiman inicialmente las ecuaciones de convergencia aumentadas con capital humano. Además, se realizan pruebas de autocorrelación espacial. Dado que este fenómeno puede afectar los resultados de las estimaciones, se incorporan dichos efectos en las ecuaciones de convergencia. Para ello se sigue la propuesta de Ertur y Koch (2006, 2007), quienes incluyen las externalidades tecnológicas en el análisis del modelo que considera solamente el capital físico (Solow, 1956), y en el modelo aumentado con el capital humano (Mankiw *et al.*, 1992).

Frente a la literatura previa, se avanza en aspectos como: la incorporación de efectos espaciales a la ecuación de convergencia; la inclusión de las externalidades del conocimiento a través de los *spillovers* de la tecnología y la interpretación de los resultados del modelo estructural empleando los efectos directos e indirectos, algo que ha sido ignorado de manera regular en este tipo de modelos.

De los resultados del ejercicio se rescata la importancia de los efectos espaciales en la forma de externalidades o *spillovers*. Además, el capital humano, más que el capital físico, tiene un papel fundamental en la explicación de los patrones de generación de ingreso en los municipios del país. Este resultado ya había sido documentado en el análisis del crecimiento económico de las principales ciudades de Colombia (Galvis y Meisel, 2001).

La segunda sección se encarga de resumir los antecedentes al problema estudiado, como son los principales estudios nacionales de crecimiento y convergencia de las dos últimas décadas. La tercera presenta el marco teórico y metodológico que se usa como fundamento para las estimaciones. La cuarta describe brevemente los datos que se emplean en el ejercicio empírico mientras que la quinta discute la estrategia empírica adoptada para llegar a las estimaciones, así como los resultados de las mismas. Finalmente, las conclusiones se presentan en la sexta sección.

1. Antecedentes

Existen diversos estudios que examinan la existencia de convergencia económica y social en el ámbito regional en el caso colombiano. Los resultados empíricos encontrados no confluyen hacia una misma conclusión. El primer trabajo realizado en Colombia, siguiendo la metodología propuesta al inicio por Barro y Sala-i-Martin (1991), fue el de Cárdenas *et al.* (1993). Mediante un análisis de regresión de corte transversal para los departamentos de Colombia, concluyen que entre 1950 y 1989 hubo un proceso de convergencia económica regional, con tasas de convergencia mucho más altas que las halladas en escenarios internacionales. Bonet y Meisel (1999) utilizan diversas medidas de dispersión y muestran que hubo convergencia económica en el período 1926-1960. Sin embargo, lo que observan entre 1960 y 1995 es lo contrario: un proceso de creciente polarización entre los diferentes departamentos de Colombia, pero en particular sobresale la situación de disparidad que se evidencia entre Bogotá y el resto del país.

Galvis y Meisel (2001) realizan un estudio similar en el que examinan la existencia de convergencia no condicionada para las veinte principales ciudades del país en el período 1973-1998. Encuentran que no hubo convergencia no condicionada (convergencia

β), pero, además, observan que la dispersión del ingreso per cápita de las ciudades se hizo cada vez mayor (convergencia σ)². Los autores muestran que la concentración espacial del ingreso se acentuó principalmente a comienzos de la década de 1990, y que las variables de ingreso per cápita en las veinte ciudades tienden a mostrar persistencia a lo largo del tiempo. También hallaron que los principales determinantes del crecimiento económico de las ciudades durante el período de estudio fueron el capital humano y el nivel de infraestructura física.

Concentrándose en medidas de dispersión en vez de la ecuación de convergencia, en el ámbito empírico internacional los trabajos de Quah (1996 y 1997) plantearon que el test de convergencia derivado de la metodología propuesta por Barro y Sala-i-Martin (1991) no representa una evaluación confiable de convergencia o divergencia entre las observaciones, en el sentido de la evolución de la distribución del ingreso en el tiempo. De hecho, Quah muestra que diferentes signos del coeficiente beta, que indicarían convergencia (signo negativo) o divergencia (signo positivo), pueden ser consistentes con una distribución que se mantiene constante en el tiempo.

Teniendo en cuenta lo anterior, Birchenall y Murcia (1997) realizan un análisis de Kernel a la distribución del ingreso per cápita departamental para el caso colombiano durante el período 1960-1994. Examinan el cambio de la distribución del ingreso en varios intervalos de tiempo y condicionan la información disponible teniendo en cuenta determinantes del ingreso departamental en Colombia como lo son la cercanía a Bogotá y la producción minera. Los autores concluyen que ha habido persistencia en las brechas de los niveles de ingreso per cápita departamentales durante el período de estudio; es decir, que la distribución del ingreso departamental se ha mantenido.

Bonet y Meisel (2006) emplean el mismo enfoque metodológico, pero esta vez usando los datos del ingreso per cápita en lugar del PIB, que es lo que tradicionalmente se había empleado en los ejercicios empíricos en Colombia, para el período 1975-2000. De acuerdo con sus resultados, en vez de convergencia, lo que los autores encuentran es un proceso de polarización en el ingreso per cápita de los departamentos colombianos.

Utilizando datos del PIB departamental más recientes, González (2011) estima un modelo de regresión con datos panel siguiendo la metodología de Barro y Sala-i-Martin (1991) para los departamentos colombianos durante el período 1975-2005. El autor encuentra que, si bien hay evidencia de convergencia económica condicional por departamento, las tasas de convergencia son mucho menores que las estimadas por los trabajos anteriores. Siguiendo a Quah (1996), realiza luego una estimación de la dinámica de la distribución del ingreso per cápita departamental y encuentra rasgos de persistencia y polarización interdepartamental a lo largo del período. Finalmente, concluye que en Colombia se está dando un proceso de convergencia entre grupos departamentales muy distintos entre sí. En otras palabras, el autor indica que existen “clubes de convergencia” en el país.

La existencia de externalidades generadas por la acumulación de los factores productivos ha sido un tema poco estudiado para el caso colombiano. En particular, cabría

² Convergencia β y σ se refieren a las disparidades entre regiones o países. La existencia de la primera implica que las regiones pobres tienen mayores tasas de crecimiento que las ricas; mientras que la segunda conlleva a una reducción en la dispersión del ingreso.

esperar que este tipo de efectos generasen impactos espaciales entre las observaciones, fenómeno que en la literatura económica se conoce como efecto de derrame o *spillover*.

En una comparación entre países que se enfoca en dichos efectos, Ramírez y Loboguerrero (2002) plantean un modelo teórico en el que la producción de cada país en un instante determinado del tiempo depende de una variable que mide el desempeño económico de los países vecinos. Las autoras realizan la estimación de modelos de crecimiento y de niveles del ingreso con y sin rezagos espaciales, y hallan que estas variables son fundamentales en la explicación de las diferencias económicas en una muestra de 98 países para el período 1965-1995. En particular, encuentran una alta dependencia espacial en las ecuaciones de niveles del ingreso; en el cual el mecanismo que genera la dependencia espacial es a través de los *spillovers*.

Siguiendo la línea propuesta por Lucas (1988) y Gaviria (2005) plantea un modelo de crecimiento endógeno en el que la acumulación de capital humano genera externalidades positivas en la economía mediante su impacto sobre la productividad del capital físico. El autor encuentra que la elasticidad estimada del producto frente al capital humano no solo es muy alta (comparada con otros estudios en los que la presencia de externalidades no se tiene en cuenta), sino que, además, se mantiene constante ante cambios en las especificaciones del modelo. Los *spillovers* no son modelados a partir de efectos espaciales.

Otro aspecto clave en los estudios de convergencia regional, que no es tenido en cuenta de forma apropiada, es el papel que desempeñan los efectos espaciales sobre los resultados empíricos. Abreu *et al.* (2005) señalan que la mayoría de los estudios sobre crecimiento y convergencia se han enfocado básicamente en la estimación estándar de modelos de econometría espacial, sin tener en cuenta la teoría económica subyacente en la derivación de los modelos, o consideraciones de política económica.

Colombia no ha sido la excepción a esta observación. De manera específica, se ha dejado de lado el tratamiento de la existencia de dependencia espacial y sus efectos sobre las tendencias de convergencia de las unidades localizadas en el espacio. En la literatura especializada se ha documentado que no tener en cuenta estos efectos podría estar generando sesgo e ineficiencia en la estimación de los coeficientes de regresión, como argumentan Anselin y Bera (1998).

Sánchez y Núñez (2000) realizan un primer acercamiento en este sentido, al medir el impacto que tienen características geográficas como la calidad de los suelos o la distancia a los mercados domésticos sobre el nivel del ingreso municipal y su crecimiento. Encuentran que más del 30% de la variación, tanto del ingreso per cápita municipal como de su crecimiento, se puede explicar por características geográficas. También concluyen que en el período 1973-1995 hubo una concentración espacial del ingreso alrededor de Bogotá.

Royuela y García (2013) realizan un análisis espacial para los departamentos de Colombia durante el período 1975-2005, en el que examinan patrones de convergencia en distintos indicadores económicos y sociales. Utilizan la metodología propuesta por Barro y Sala-i-Martin con la interacción de rezagos espaciales, y argumentan que la inclusión de esta variable refuerza los procesos de convergencia en Colombia. Los autores extrapolan el uso de la metodología para evaluar la convergencia en variables económicas al uso de variables sociales, como las tasas de alfabetismo, expectativa de vida y estadísticas de criminalidad, como la tasa de homicidios. Sus resultados muestran que se puede hablar

de convergencia en esas variables sociales, pero no de convergencia económica, medida usando el PIB per cápita departamental.

En este artículo se busca examinar si en Colombia, un país con marcadas diferencias inter e intradepartamentales, las características espaciales han sido determinantes en la existencia (o no) de convergencia en las tasas de crecimiento económico. Para ello se utiliza el modelo propuesto por Ertur y Koch (2006 y 2007) en el cual la presencia de *spillovers* en la creación de tecnología genera un efecto de correlación espacial entre las observaciones. Es decir, que se consideran los efectos de derrame en el crecimiento de los vecinos y la interdependencia tecnológica en la inversión en capital físico y humano.

De acuerdo con lo anterior, el presente artículo se desvía de la literatura previa en el ámbito colombiano en los siguientes aspectos:

1. Se modela la existencia de *spillovers* en la generación de tecnología. Esta proviene de un modelo que se fundamenta en la teoría económica.
2. Se evalúa la existencia de efectos espaciales, para luego integrarlos a la ecuación de regresión.
3. Se estiman los efectos directos e indirectos en un modelo de regresión no lineal, lo cual permite interpretar correctamente el significado de los impactos
4. Se estudia el crecimiento económico de los municipios; para ello se realiza un análisis más exhaustivo de la existencia de efectos espaciales en un país con marcadas diferencias regionales.

2. Marco teórico y metodología

La existencia de efectos de derrame o *spillovers* en la acumulación de los factores, en particular en la formación del capital humano, ha sido documentada en la literatura internacional como una de las posibles fuentes de crecimiento económico (Galvis y Meisel, 2013). El primero en proponer este tipo de efectos fue Romer (1986), quien argumentó que cada empresa, al tomar la decisión de invertir en capital físico, genera una serie de conocimientos técnicos que las demás empresas pueden aprovechar en su proceso de producción. Sin embargo, la especificación que él utiliza implicaba una tasa de crecimiento con efectos de escala, característica que no se encuentra sustentada por la literatura empírica.

Lucas (1988) propone un modelo en el que los individuos deciden invertir parte de su tiempo en educarse y, por lo tanto, volverse más productivos. En este modelo existen dos efectos del capital humano sobre el nivel de producción. El primero es el efecto interno, que es el impacto de la educación de cada trabajador sobre su propio nivel de productividad. El segundo es el efecto externo, que contempla el impacto que tiene el nivel de educación promedio de la población sobre la productividad agregada de la economía.

El autor citado concluye que aunque el modelo logra explicar la existencia de crecimiento sostenido, no consigue aclarar las variaciones que hay entre países y a lo largo del tiempo en un mismo país. Teniendo en cuenta esto, para poder explicar las diferencias en las variables (que como se mencionó antes, dependen de su posición en el espacio) hay que pensar en una metodología que permita este tipo de interacciones.

El modelo del que se parte en este artículo, siguiendo a Ertur y Koch (2006 y 2007), tiene en cuenta una función de producción Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala:

$$Y_i(t) = A_i(t)K_i^\alpha(t)H_i^\beta(t)L_i^{1-\alpha-\beta}(t) \quad (1)$$

en donde $Y_i(t)$ corresponde al producto de la unidad i en el tiempo t , $K_i(t)$ es el capital físico, $H_i(t)$ el capital humano, $L_i(t)$ es el nivel de empleo y $A_i(t)$ es el parámetro tecnológico, que sigue la forma funcional:

$$A_i(t) = \Omega(t)k_i^{\phi_K}(t)h_i^{\phi_H}(t)\prod_{j \neq i}^N A_j^{\gamma_{ij}}(t) \quad (2)$$

Se asume que un componente del progreso tecnológico es exógeno (Solow, 1956; Swan, 1956) tal que $\Omega(t) = \Omega(0)e^{\mu t}$, siendo μ su tasa de crecimiento. El término k_i indica que la tecnología se incrementa con la acumulación de capital físico por trabajador con $k_i(t) = K_i(t)/L_i(t)$. Este último término involucra externalidades del conocimiento *à la* Arrow-Romer, en las que la inversión en capital físico incrementa el stock tecnológico de cada unidad productiva pero, además, la tecnología de las unidades cercanas. También se incorpora el nivel de capital humano por trabajador $h_i(t) = H_i(t)/L_i(t)$, como un factor que incrementa la tecnología, teniendo en cuenta la propuesta de Lucas (1988) en relación con las externalidades del capital humano. Los parámetros ϕ_K y ϕ_H representan las participaciones de los factores de producción en la función de producción de tecnología municipal. Cabe puntualizar que estos aparecen también dentro del término A_j , por lo que se genera la externalidad.

La variable w_{ij} captura la relación de cercanía o vecindad entre las observaciones. Por esta razón, el parámetro w_{ij} indica el grado de importancia de la interdependencia tecnológica en el espacio; es decir, representa la elasticidad de la tecnología local frente a las tecnologías de los municipios vecinos. El concepto de vecindad se formaliza a través de la matriz de pesos espaciales W , cuyas filas se encuentran normalizadas y para la cual cada término w_{ij} viene dado por:

$$w_{ij} = w_{ij}^* / \sum_j w_{ij}^* \quad (3)$$

$$w_{ij}^* = \begin{cases} 0 & \text{si } i = j \\ 1 & \text{si } i \text{ y } j \text{ son vecinos} \end{cases} \quad (4)$$

Expresando la ecuación (1) en términos de producto por trabajador y reemplazando la expresión del componente tecnológico se obtiene el ingreso per cápita en función de los factores de producción y las externalidades del capital (para mayor detalle véase Ertur y Koch, 2006 y 2007):

$$y_i(t) = \Omega(t)^{\frac{1}{1-\gamma}} k_i^{\alpha u_i} h_i^{\beta v_i} \prod_{j \neq i}^N k_j^{\alpha u_{ij}} h_j^{\beta v_{ij}} \quad (5)$$

en donde $y_i(t) = Y_i(t) / L_i(t)$ es el ingreso por trabajador,

$$u_{ii} = \alpha + \phi_k (1 + \sum_{r=1}^{\infty} \gamma^r w_{ii}^r), v_{ii} = \beta + \phi_H (1 + \sum_{r=1}^{\infty} \gamma^r w_{ii}^{(r)}), u_{ij} = \phi_k (1 + \sum_{r=1}^{\infty} \gamma^r w_{ij}^{(r)}) \text{ y}$$

$$v_{ij} = \phi_H (1 + \sum_{r=1}^{\infty} \gamma^r w_{ij}^{(r)}).$$

Los componentes $w_{ij}^{(r)}$ representan el elemento de la fila i y la columna j de la matriz de pesos elevada a la potencia r . Esto permite capturar los efectos sobre el nivel de ingreso de la inversión en capital humano y físico de los vecinos de cada municipio.

En el modelo también se supone, siguiendo la tradición de Mankiw *et al.* (1992), que el capital se deprecia a una tasa constante δ , y que el crecimiento poblacional es exógeno, dado por n_i . Estos parámetros entran en las ecuaciones de la dinámica de crecimiento del capital físico y humano per cápita:

$$\dot{k}_i(t) = s_{K,i} y_i(t) - (n_i + \delta) k_i(t) \quad (6)$$

$$\dot{h}_i(t) = s_{H,i} y_i(t) - (n_i + \delta) h_i(t) \quad (7)$$

en donde s_H y s_K y son la proporción del producto invertido en capital humano y físico, respectivamente. El crecimiento de estos factores es el mismo en el estado estacionario y viene dado por g :

$$g = \frac{\mu}{(1 - \gamma)(1 - \alpha - \beta) - \phi_K - \phi_H} \quad (8)$$

En estado estacionario también se cumple que las relaciones capital físico-producto y capital humano-producto son constantes, tal que;

$$k_i^* / y_i^* = \frac{s_{K,i}}{n_i + g + \delta} \quad (9)$$

$$h_i^* / y_i^* = \frac{s_{H,i}}{n_i + g + \delta} \quad (10)$$

Reemplazando las ecuaciones 9 y 10 en la ecuación 5, se obtiene el ingreso por trabajador en el estado estacionario:

$$\begin{aligned} \ln y_i^* = & \delta_1 \ln \left[\frac{s_{K,i}}{n_i + g + \delta} \right] + \delta_2 \ln \left[\frac{s_{H,i}}{n_i + g + \delta} \right] - \delta_3 \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \ln \left[\frac{s_{K,i}}{n_j + g + \delta} \right] \\ & - \delta_4 \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \ln \left[\frac{s_{H,j}}{n_j + g + \delta} \right] + \delta_5 \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \ln y_j^* \end{aligned} \quad (11)$$

Donde los coeficientes δ_i representan:

$$\delta_1 = \frac{\alpha + \phi_K}{1 - \alpha - \beta - \phi_K - \phi_H}$$

$$\delta_2 = \frac{\beta + \phi_H}{1 - \alpha - \beta - \phi_K - \phi_H}$$

$$\delta_3 = \frac{\alpha\gamma}{1 - \alpha - \beta - \phi_K - \phi_H}$$

$$\delta_4 = \frac{\beta\gamma}{1 - \alpha - \beta - \phi_K - \phi_H}$$

$$\delta_5 = \frac{(1 - \alpha - \beta)\gamma}{1 - \alpha - \beta - \phi_K - \phi_H}$$

Ertur y Koch (2006) muestran que la tasa de variación del ingreso alrededor del estado estacionario se puede expresar como:

$$\frac{d \ln y_i(t)}{dt} = \frac{\mu}{1 - \gamma} - \lambda[\ln y_i(t) - \ln y_i^*] \quad (12)$$

La especificación para la ecuación de convergencia se deriva finalmente de la variación en el tiempo presentada en la ecuación diferencial (12):

$$\begin{aligned} \frac{[\ln y_i(t) - \ln y_i(0)]}{T} &= \beta_0 + \beta_1 \ln y_i(0) + \beta_2 \ln s_{K,i} + \beta_3 \ln s_{H,i} + \beta_4 \ln(n_i + g + \delta) \\ &+ \theta_1 \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \ln y_j(0) + \theta_2 \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \ln s_{K,j} + \theta_3 \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \ln s_{H,j} \\ &+ \theta_4 \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \ln(n_j + g + \delta) + \rho \sum_{j \neq i}^N w_{ij} \frac{[\ln y_j(t) - \ln y_j(0)]}{T} \end{aligned} \quad (13)$$

De acuerdo con la especificación obtenida en la ecuación de crecimiento económico, se puede inferir que se refiere a un modelo tipo Durbin espacial (*Spatial Durbin Model* [SDM], por sus siglas en inglés). Este modelo tiene una especificación general como sigue:

$$Y = \rho WY + \lambda \Gamma_0 + W \lambda \Gamma_1 + \varepsilon \quad (14)$$

Esta especificación puede ser derivada de un modelo con efectos espaciales en el término de error (*Spatial Error Model* [SEM], por sus siglas en inglés). Ello es posible cuando se cumple la hipótesis del “factor común” (*common factor hypothesis*, en el sentido de Burridge, 1981). Esta hipótesis es simplemente $H_0: \Gamma_1 = -\rho\Gamma_0$. Siguiendo a Anselin y Rey (1991, p. 117) se puede mostrar que si se cumple esta restricción, la ecuación 14 puede ser reescrita como:

$$Y = \rho WY + X\Gamma_0 - \rho WX\Gamma_0 + \varepsilon \quad (15)$$

Reorganizando los términos empleando el factor común:

$$[I - \rho W]Y = [I - \rho W]X\Gamma_0 + \varepsilon \quad (16)$$

Premultiplicando por $[I - \rho W]^{-1}$, se obtiene:

$$Y = X\Gamma_0 + [I - \rho W]^{-1}\varepsilon \quad (17)$$

Esta nueva especificación es la forma general de un SEM, con efectos espaciales en el término de error y sin efectos globales que representen externalidades sobre la variable dependiente, como sí los captura el SDM. La formulación de este último se caracteriza por presentar la variable dependiente en función de: 1) su rezago espacial, para capturar los efectos espaciales sobre cada observación i de un aumento en la variable dependiente en los vecinos j ; 2) un set de variables explicativas, que en este caso corresponden a la ecuación de Solow aumentada que considera el ingreso inicial, el capital físico, el capital humano y el empleo, y 3) los rezagos espaciales de estas variables independientes que permiten capturar, por ejemplo, los efectos sobre la observación i de las variaciones en la inversión en capital físico o capital humano en los vecinos j .

Es posible mostrar que la hipótesis del factor común es equivalente a una prueba conjunta en la cual los parámetros ϕ_k y ϕ_h son iguales a 0 (Ertur y Koch, 2006). Ello implicaría que las elasticidades del componente tecnológico a los factores capital físico y humano son iguales a 0. Por esta razón, la distinción entre un modelo SEM y un SDM es importante para evaluar si esos factores son significativos en el componente tecnológico (ecuación 2).

3. Datos

La base de datos empleada para la realización de este trabajo fue creada tomando información de diferentes fuentes y se basa en un análisis de corte transversal. En muchos casos se utilizó como referencia lo realizado por los estudios de Sánchez y Núñez (2000) y Galvis y Meisel (2001), debido a la naturaleza desagregada del estudio y a las similitudes entre los temas a trabajar.

En Colombia el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) estima el nivel de actividad económica departamental. Para los municipios no existen medidas de

ingreso o producción; sin embargo, el DANE realizó la estimación de un indicador de importancia económica municipal para 2012.

En este trabajo se realiza una estimación del PIB municipal utilizando la información recopilada por las ejecuciones presupuestales municipales, en particular de 1993 y 2012. Estos archivos se encuentran publicados en la página del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y se puede obtener información desde 1984 hasta el presente. Se calculó la participación de cada municipio en el recaudo tributario dentro de su departamento para ambos años, y estos porcentajes se multiplicaron por el PIB de su respectivo departamento (a precios constantes del 2005). Es decir, se distribuye el PIB departamental dentro de cada uno de sus municipios de acuerdo con su respectiva participación en el recaudo tributario departamental.

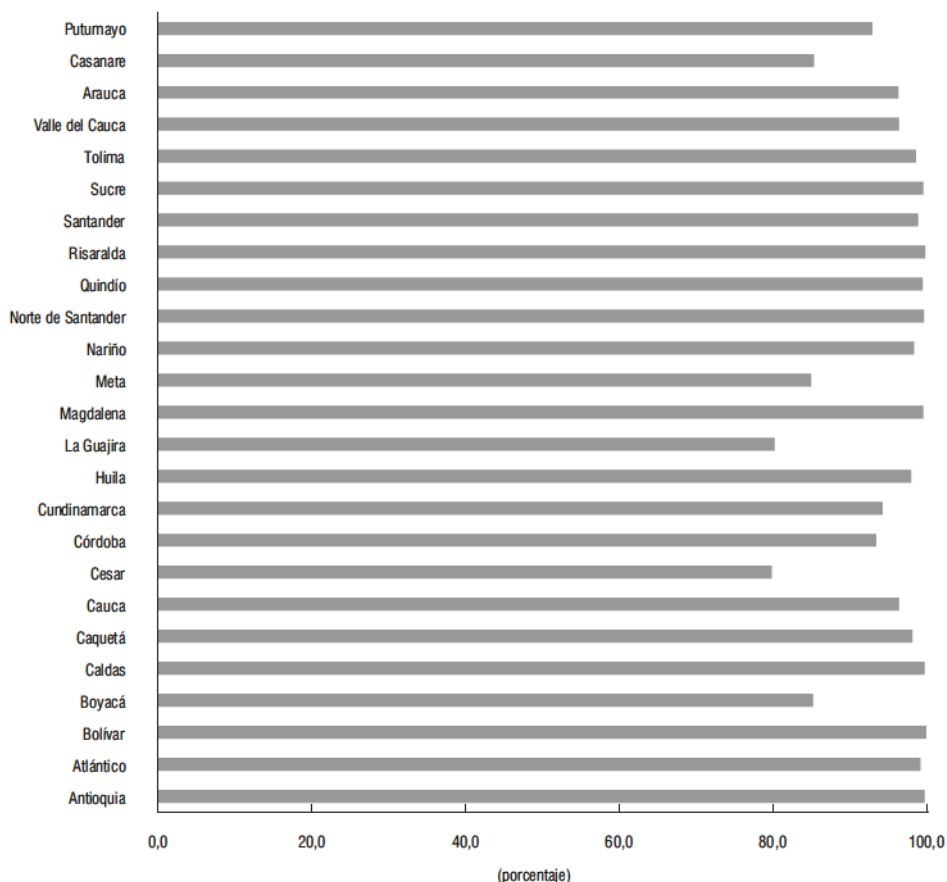
Esta metodología es similar a la empleada por el DANE en el cálculo de su indicador de importancia municipal para 2012. En ambas, el PIB departamental se distribuye entre sus municipios de acuerdo con un criterio de importancia relativa. Infortunadamente, los datos disponibles de ese indicador solo se encuentran para 2011 y 2012. No obstante, es posible mostrar que el resultado de la estimación del PIB municipal seguida en este artículo es consistente con la estimación realizada por el DANE. De manera específica, la correlación entre estas variables por departamentos es muy significativa, como se presenta en el Gráfico 1. Los departamentos cuyas correlaciones se encuentran por debajo del 90% comparten la característica de ser regiones con recursos naturales, como por ejemplo Meta, La Guajira, Cesar y Casanare. Al depender económicamente de la explotación de estos recursos, la estimación de su producción municipal difiere en forma leve de la realizada por el DANE. A pesar de esto, en el peor de los casos la correlación obtenida fue del 80%.

La literatura empírica emplea diversas variables como medidas del capital físico. Empero, las opciones disponibles se reducen para trabajos con unidades de estudio más desagregadas, más aún en el caso de países en desarrollo con limitada generación de estadísticas regionales. Para el caso colombiano, muy pocos trabajos analizan las dinámicas que existen por municipios. Sánchez y Núñez (2000) utilizan la proporción municipal de hogares con electricidad y un índice de disponibilidad y calidad de vías en 1970 como medidas de infraestructura. Galvis y Meisel (2001), en su estudio de las veinte ciudades más importantes de Colombia utilizan el porcentaje de viviendas con servicios públicos básicos en 1973 y la densidad de líneas telefónicas por cada cien habitantes del mismo año.

Para medir el capital físico en cada municipio el presente estudio emplea tres variables: la primera es la densidad de líneas telefónicas por cada cien habitantes en 1997, información publicada por la División de Telecomunicaciones e Informática del DNP; la segunda es el porcentaje de viviendas con acceso a los servicios públicos básicos (electricidad, acueducto y alcantarillado), también conocido como el equipamiento urbano, obtenida del censo realizado en 1993, y la tercera es un indicador construido por los autores que pondera para 1995 la cantidad de kilómetros de carreteras por habitante y kilómetro cuadrado de extensión municipal. Para este fin, se consiguieron cinco medidas de infraestructura vial municipal: la cantidad de kilómetros de carreteras principales pavimentadas y no pavimentadas, carreteras secundarias pavimentadas y sin pavimentar, y las vías terciarias o también llamadas carreteables.

Gráfico

Correlación entre estimaciones del PIB municipal calculado por el DANE y el imputado con los ingresos tributarios, 2012



Fuentes: DANE y DNP; cálculos de los autores.

La idea es que la información empleada no muestre un sesgo en los resultados hacia municipios y departamentos con gran cantidad de vías, pero de muy mala calidad. Y que aquellos con buenas vías tengan un valor más alto en el indicador de la infraestructura. Por esta razón, el indicador pondera cada una de estas variables según su importancia, de la siguiente manera: 1) carreteras principales pavimentadas, 50%; 2) carreteras principales sin pavimentar 25%; 3) carreteras secundarias pavimentadas, 15%; 4) carreteras secundarias sin pavimentar, 8%, y 5) carreteables, 2%. Las ponderaciones más altas se le asignaron a las carreteras de mayor calidad. Los datos empleados para construir las variables de las carreteras fueron obtenidas del DNP.

Por otro lado, la medición del capital humano municipal en Colombia ha tenido distintos enfoques. Sánchez y Núñez (2000) utilizan la tasa de cobertura en educación primaria y secundaria, mientras que Galvis y Meisel (2001) emplean el porcentaje de la población con estudios universitarios del mismo año. Teniendo esto en cuenta, se obtuvieron las proporciones de la población de cada municipio con educación primaria completa, secundaria completa y con educación superior; se utilizó la información recopilada por el censo de 1993, el año inicial del estudio.

Para la estimación del modelo se decidió emplear el método de análisis factorial, y sintetizar de esa manera el comportamiento del capital humano por un lado, y del capital físico por el otro. Así, cada una de las variables *factor* construida resumirá el comportamiento de sus respectivas variables de capital.

La última variable que se calculó corresponde a la tasa de crecimiento de la población municipal entre 1993 y 2012. Esto se realizó utilizando la población en edad de trabajar (PET) de los archivos de proyecciones poblacionales del DANE.

En el tratamiento de las variables de posicionamiento espacial (latitud – longitud) se utilizó el *software* ArcGIS, versión 10.1. Estas fueron calculadas a partir de la cartografía generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Para la construcción de la matriz de pesos se tuvieron en cuenta varias alternativas, como la contigüidad o las distancias. En algunos casos, como las de contigüidad, las pruebas sobre las restricciones teóricas no se cumplen, por lo que ignoraron los resultados obtenidos a partir de esta especificación de la matriz W . La matriz construida a partir de la distancia entre las unidades geográficas da mayor ponderación a las que están ubicadas sobre las cordilleras, ya que hay mayor densidad de municipios alrededor de ellas. Las zonas en los departamentos de la parte oriental o en la costa Caribe tienen menor densidad de municipios por área, con lo cual tienen menor ponderación en los resultados de los análisis espaciales.

La literatura empírica del tema utiliza muchas definiciones de “vecindad” las cuales se dividen en dos grupos. Hay conceptos de vecindad que son discretos, tales como los de contigüidad espacial. Pero también hay definiciones de vecindad continuas, como los modelos gravitacionales, en los cuales la vecindad se mide en forma inversamente proporcional a la distancia entre municipios. Como lo ideal es que las observaciones tengan igual preponderancia, se decidió emplear una matriz de pesos basada en los vecinos más cercanos, también conocida como KNN³. Los estudios que han utilizado esta metodología varían en cuanto a la proporción del número de observaciones que suelen usarse como vecinos⁴. Para el presente trabajo, se decidió utilizar el número de municipios promedio por departamento en Colombia, que es de 35. Esto con el fin de capturar el alcance de las externalidades espaciales que se dan incluso en una escala departamental. En términos absolutos es un número un poco elevado en comparación con otros estudios; sin embargo, en términos relativos (porcentaje de vecinos como proporción del número de observaciones) es un valor intermedio al implementado en la literatura.

³ Por sus siglas en inglés: “*K Nearest Neighbors*”.

⁴ Seya *et al.* (2012) utilizan los diez vecinos más cercanos en un estudio municipal para Japón, teniendo una muestra de 1.808 municipios. Por otro lado, Ertur *et al.* (2007) usan entre ocho y doce observaciones para una muestra de 138 regiones europeas.

Las estadísticas descriptivas de todas las variables municipales recopiladas se presentan en el Cuadro 1. La base de datos final cuenta con un total de 893 municipios; los demás no presentaban información sobre carreteras o líneas telefónicas, o de la variable dependiente, por lo que terminaron siendo filtrados de la muestra

Cuadro 1
Estadísticas descriptivas de las variables municipales

Variable	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PIB per cápita 1993 (millones de pesos de 2005)	6,05	8,49	0,12	108,22
PIB per cápita 2012 (millones de pesos de 2005)	9,78	12,98	0,31	141,95
Equipamiento urbano en 1993 (porcentaje)	33,59	24,22	0,00	94,63
Indicador de carreteras en 1995 (kilómetros por habitante por km ² de extensión)	1,63	2,89	0,00	28,87
Densidad telefónica en 1997 (líneas de teléfono por cada cien habitantes)	4,40	5,35	0,00	33,42
Primaria completa en 1993 (porcentaje)	16,21	3,91	4,77	3,89
Secundaria completa en 1993 (porcentaje)	4,16	2,35	0,47	13,30
Educación superior en 1993 (porcentaje)	2,04	2,11	0,15	16,61
Tasa de crecimiento poblacional 1993-2012 (porcentaje)	0,76	1,63	-4,95	6,96

Fuente: cálculos de los autores.

4. Estimación del modelo

En esta sección se realiza la estimación de los modelos tipo Solow de convergencia condicionada y no condicionada de acuerdo con Mankiw *et al.* (1992). Luego se evalúa la presencia de efectos espaciales y se estiman modelos que incluyan dichos efectos. Después se calcula un modelo para el nivel de ingreso, el cual permite derivar los parámetros estructurales del sistema. En seguida se realiza el mismo ejercicio pero utilizando los departamentos de Colombia como las unidades productivas. Esto con el fin de evaluar si la escala del análisis afecta los resultados obtenidos, dado que los estudios previos de crecimiento regional en Colombia se han realizado utilizando en su mayoría el enfoque departamental. Por último, se utiliza el modelo de ingresos municipales para calcular los parámetros estructurales del modelo, siguiendo la propuesta de Ertur y Koch (2007).

4.1 Crecimiento económico y convergencia por municipios

En la primera columna del Cuadro 2 se presentan los resultados de la regresión entre el crecimiento económico del período y el logaritmo natural del ingreso inicial en 1993. El coeficiente que acompaña al ingreso inicial es negativo y significativo, por lo que se concluye que hay evidencia de convergencia no condicionada en Colombia en el ámbito municipal. Esto significa que en los veinte años de duración del estudio los municipios más pobres crecieron en promedio más rápido que los más prósperos, independientemente de sus condiciones particulares. Se estima una velocidad de convergencia λ cercana al 2%, lo que implicaría una vida media (el tiempo que le tomaría a los municipios cerrar la mitad de la brecha frente al estado estacionario) de más de treinta años.

Sin embargo, la teoría económica muestra que el estado estacionario de las observaciones depende de características particulares, como sus tasas de ahorro. Ello se conoce en la literatura como la hipótesis de convergencia condicional. Se realiza la estimación de dicho modelo, también conocido como el modelo “Solow de libro de texto” de convergencia (Mankiw *et al.*, 1992). Los resultados se presentan en la segunda columna del Cuadro 2.

De acuerdo con la formulación teórica del modelo de Mankiw *et al.* (1992), una vez se encuentra la especificación del modelo reducido se debe evaluar si la suma de los coeficientes que acompañan las variables de capital y la tasa de crecimiento de la población es igual a 0. En términos empíricos, dicha condición se conoce como la restricción de sobreidentificación. Dinopoulos y Thompson (2002, p. 255) muestran que cuando no se cumple dicha restricción, los parámetros estructurales del modelo se deben calcular con base en la versión no restringida, la cual produce dos pares de valores para alfa y beta que son inconsistentes. Por lo anterior, en este ejercicio se presenta en primer lugar el modelo no restringido y luego el modelo con la restricción teórica sobre los coeficientes, ubicado en la tercera columna del Cuadro 2, para evaluar si los datos empleados respaldan la hipótesis sobre la citada restricción o no. El método empleado para realizar esta evaluación es el cálculo del estadístico de Wald. Se encuentra que como sucede en la literatura empírica, no se rechaza la hipótesis nula; esto es, la restricción teórica se mantiene.

Los resultados de los modelos condicionados muestran evidencia de convergencia, ya que el coeficiente del ingreso inicial es negativo y estadísticamente significativo al 1% en ambos modelos. Los efectos del capital físico y del capital humano tienen los signos esperados, pero no son significativos. El coeficiente de la tasa de crecimiento de la población tiene el signo esperado y es significativo al 10%. Estos resultados parecen mostrar evidencia estadística de que, en Colombia, los municipios más pobres en 1993 crecieron a un ritmo más acelerado.

El presente artículo parte de que estos modelos de regresión pueden presentar problemas de especificación debido a la omisión de variables independientes, que relacionan espacialmente a las observaciones. Esa dependencia espacial se ha documentado, por ejemplo, en la dinámica de crecimiento económico y demográfico regional del país, empleando matrices de transición de Markov espaciales (Galvis y Meisel, 2013). Al no tener en cuenta los efectos de *spillover* de los factores de producción, esos componentes espaciales son capturados por el término de error y generan sesgos en los coeficientes del modelo.

Cuadro 2
Regresiones de convergencia económica sin efectos espaciales

Modelo	No condicional	Condicional no restringido	Condicional restringido
Variable dependiente	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$
Observaciones	893	893	893
R ²	0,260	0,264	0,263
Constante	0,0527*** (0,0017)	0,0393*** (0,0087)	0,0465*** (0,0034)
$\ln(y_{1993})$	-0,0178*** (0,0010)	-0,0183*** (0,0012)	-0,0188*** (0,0011)
$\ln(s_p)$	-	0,0015 (0,0014)	-
$\ln(s_h)$	-	0,0006 (0,0013)	-
$\ln(n+0,05)$	-	-0,0048* (0,0028)	-
$\ln(s_p) - \ln(n+0,05)$	-	-	0,0017 (0,0014)
$\ln(s_h) - \ln(n+0,05)$	-	-	0,0008 (0,0013)
λ	0,0219	0,0226	0,0232
Vida media	31,7217	30,6879	29,8762
Estadístico F de Wald	-	-	0,8081
P-valor F de Wald	-	-	0,3689
Estadístico de Moran	0,1134	0,1169	0,1206
Probabilidad marginal	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: la significancia estadística de los coeficientes está representada por: * p < 10%; ** p < 5%; *** p < 1
Fuente: cálculos de los autores.

Para evaluar la existencia de autocorrelación espacial en el término del error, se calcula el estadístico I de Moran a los residuos de la ecuación de Solow, en su versión para los residuos del modelo de regresión (Cliff y Ord, 1975 y 1981), según se muestra en el Cuadro 2. La hipótesis nula en este caso es que no existe autocorrelación espacial en los residuos. El estadístico de Moran muestra que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe autocorrelación espacial en los residuos. Vale la pena anotar que con el estadístico de Moran la hipótesis alternativa corresponde a la existencia de correlación espacial, pero dicha correlación puede ser derivada de un proceso SDM cuando hay externalidades espaciales globales, o de un proceso tipo SEM si solo hay efectos locales. En este último la dependencia espacial se modela a través de un proceso autorregresivo en el término del error.

El principal planteamiento del modelo teórico propuesto por Ertur y Koch (2007) es la existencia de dependencia espacial en la tecnología municipal, originada por las externalidades del capital físico y humano. Con el fin de probar la presencia de externalidades en la generación de tecnología, se sigue la metodología implementada por estos autores y se estiman los modelos tipo SDM y SEM (Cuadro 3).

Cuadro 3
Estimación por máxima verosimilitud de SDM

Modelo	SDM no restringido	SDM restringido
Variable dependiente	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$
Observaciones	893	893
Constante	-0,0004 (0,1109)	0,0187 (0,1001)
$\ln(y_{1993})$	-0,0258 (0,0188)	-0,0247*** (0,0083)
$\ln(s_k)$	0,0029** (0,0014)	- -
$\ln(s_h)$	0,0048*** (0,0016)	- -
$\ln(n+0,05)$	-0,0018 (0,0014)	- -
$W\ln(y_{1993})$	0,0273*** (0,0029)	0,0264*** (0,0014)
$W\ln(s_k)$	-0,0067** (0,0028)	- -
$W\ln(s_h)$	-0,0054* (0,0029)	- -
$W\ln(n+0,05)$	-0,0012 (0,0033)	- -
$W[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	0,6970*** (0,0068)	0,7260*** (0,0025)
$\ln(s_k) - \ln(n+0,05)$	- -	0,0025** (0,0012)
$\ln(s_h) - \ln(n+0,05)$	- -	0,0041*** (0,0015)
$W[\ln(s_k) - \ln(n+0,05)]$	- -	-0,0065** (0,0027)
$W[\ln(s_h) - \ln(n+0,05)]$	- -	-0,0041 (0,0029)
Estadístico de RV	49,1270	
Probabilidad de RV	0,0267	

Nota: la significancia estadística de los coeficientes está representada por: * $p < 10\%$; ** $p < 5\%$; *** $p < 1\%$
 Fuente: cálculos de los autores.

Esta última especificación es una versión restringida del modelo SDM, según se demuestra en LeSage y Pace (2009), en el cual se impone la restricción de que los factores de producción de una unidad productiva no tienen influencia alguna en las observaciones vecinas. Esta restricción se evalúa probando la hipótesis nula $H_0: \Gamma_1 = -\rho \Gamma_0$ en la ecuación 14, lo cual se realiza mediante una prueba de razón de verosimilitudes. Por otro lado, ambas versiones (SDM y SEM) se estiman al inicio con la restricción de sobreidentificación. A continuación se presenta la estimación de los modelos SDM no restringido y SDM restringido, realizada con el método de máxima verosimilitud (MV).

De las estimaciones presentadas en el Cuadro 3 se pueden resaltar, en primer lugar, que todos los coeficientes (con excepción del rezago espacial de la tasa de crecimiento poblacional en el modelo no restringido) tienen signos esperados. De manera adicional, los rezagos espaciales de las variables independientes explican de modo significativo el crecimiento económico, lo cual representa un primer indicio de la dependencia, que se manifiesta a través de la presencia de *spillovers* espaciales.

Otros aspectos relevantes obtenidos a partir de las estimaciones del Cuadro 3 son que el coeficiente de autocorrelación espacial ρ (el coeficiente que acompaña el rezago de la variable dependiente) es positivo y significativo en ambas especificaciones del modelo, lo cual muestra de manera más contundente la presencia de dichas relaciones espaciales. Además, se puede observar que el coeficiente de la variable de ingreso inicial [$\ln(y_{1993})$] es negativo en ambas estimaciones, aunque no significativo en el modelo no restringido. No obstante, su rezago espacial sí es significativo y con signo positivo en ambos modelos. Por último, se calcula el estadístico de razón de verosimilitudes (RV) y se encuentra que se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que la restricción teórica de sobreidentificación de los coeficientes no se cumple, al contrario de lo hallado en la literatura empírica de crecimiento.

A continuación se realiza la estimación del modelo en su versión SEM, en el que la dependencia espacial se incorpora mediante el rezago del error (We), en lugar de la variable dependiente. Las estimaciones con y sin la restricción teórica se resumen en el Cuadro 4.

Cuadro 4
Estimación por máxima verosimilitud de SEM

Modelo	SEM no restringido	SEM restringido
Variable dependiente	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$
Observaciones	893	893
Constante	0,0618*** (0,0106)	0,0468*** (0,0063)
$\ln(y_{1993})$	-0,0251*** (0,0014)	-0,0240*** (0,0013)
$\ln(s_p)$	0,0027* (0,0015)	-
$\ln(s_h)$	0,0045*** (0,0014)	-
$\ln(n+0,05)$	-0,0017 (0,0029)	-
We	0,8180*** (0,0417)	0,8090*** (0,0701)
$\ln(s_p) - \ln(n+0,05)$	-	0,0024 (0,0015)
$\ln(s_h) - \ln(n+0,05)$	-	0,0039*** (0,0014)
Estadístico de RV	19,8036	18,0337
Probabilidad de RV	0,0005	0,0004

Nota: la significancia estadística de los coeficientes está representada por: * $p < 10\%$; ** $p < 5\%$; *** $p < 1\%$
Fuente: cálculos de los autores.

El modelo SEM no contempla la posibilidad de que el crecimiento de los municipios sea influenciado por las variables del modelo rezagadas en el espacio (los “efectos vecindad”). En esta especificación los efectos espaciales se dan por medio de un proceso espacial autorregresivo en el término de error. Por esta razón se comparan las versiones SDM y SEM con el estadístico de razón de verosimilitudes, para así conocer la naturaleza espacial observada en los datos. Como el modelo SEM representa una versión restringida del modelo SDM y en ambos casos se puede observar que la restricción se rechaza al 1%, se puede concluir que los procesos de crecimiento económico municipales dependen de modo significativo de las condiciones particulares de sus vecinos

Sin embargo, el algoritmo para la estimación del modelo SDM presenta problemas con los datos. Para obtener las varianzas de los coeficientes se debe realizar el cálculo de la matriz hessiana, procedimiento que se realiza mediante aproximaciones numéricas debido al número de observaciones de la muestra. Como resultado de este procedimiento se obtuvo una matriz cuya diagonal contiene algunos elementos negativos, lo que implica la existencia de varianzas negativas, por lo cual podrían existir inexactitudes en la inferencia estadística realizada sobre los coeficientes del modelo

Para evitar realizar la inferencia de manera errónea se usó un procedimiento de estimación alternativo basado en métodos bayesianos. Se emplea el método de Monte Carlo por cadenas de Markov (MCMC)⁵, como lo sugieren LeSage y Pace (2009). Esta metodología tiene la ventaja de no depender del cálculo de la matriz hessiana para realizar las pruebas de significancia sobre los coeficientes. Otra ventaja derivada de la estimación bayesiana MCMC es la corrección de los efectos generados por problemas asociados a la presencia de *outliers* en la muestra de los datos y de heterocedasticidad. Por lo anterior, la estimación se realiza definiendo un *prior* que considere la posible existencia de heterocedasticidad. Los resultados de la estimación del modelo SDM se muestran en el Cuadro 5.

Con esta nueva metodología de estimación ya no es posible utilizar razones de verosimilitud para comparar los diferentes modelos. El estadístico empleado para este fin es la probabilidad posterior del modelo (PMP)⁶. En este marco analítico dicho estadístico representa el soporte que dan los datos a alguno de los modelos alternativos evaluados. Se calcula usando la regla de Bayes, en la que PMP es igual al prior del modelo, $p(M)$ multiplicado por la probabilidad de los datos, dado el modelo $p(y|M)$. De esta manera, se selecciona el modelo con el que se maximice la PMP (Koop, *et al.*, 2007).

La prueba se realiza a las estimaciones por MCMC para evaluar la validez de la restricción teórica y se encuentra que esta se mantiene (estadístico PMP1 del Cuadro 5). Por otro lado, se evalúa de nuevo la existencia de externalidades globales en el proceso de crecimiento económico municipal. Ello se hace comparando los modelos SDM con sus respectivas versiones SEM mediante estadísticos de PMP y se halla que las versiones SDM prevalecen (estadísticos PMP2 y PMP3 del Cuadro 5). Lo anterior demuestra que los rezagos espaciales de las variables del modelo (PIB inicial, capital físico, capital

⁵ Por sus siglas en inglés: *Markov Chain Monte Carlo*.

⁶ Por sus siglas en inglés: *Posterior Model Probability*.

humano y tasa de crecimiento) contribuyen para explicar de manera conjunta parte del crecimiento económico municipal en Colombia.

Cuadro 5
Estimaciones mediante método bayesiano MCMC

Modelo	SDM no restringido	SDM restringido
Variable dependiente	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$
Observaciones	893	893
Constante	0,0046 (0,0181)	0,0206*** (0,0066)
$\ln(y_{1993})$	-0,0273*** (0,0014)	-0,0261*** (0,0012)
$\ln(s_k)$	0,0031** (0,0015)	-
$\ln(s_h)$	0,0052*** (0,0013)	-
$\ln(n+0,05)$	-0,0031 (0,0025)	-
$W\ln(y_{1993})$	0,0260*** (0,0026)	0,0246*** (0,0025)
$W\ln(s_k)$	-0,0037* (0,0028)	-
$W\ln(s_h)$	-0,0082*** (0,0031)	-
$W\ln(n+0,05)$	0,0010 (0,0068)	-
$W[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	0,7012*** (0,0678)	0,7093*** (0,0631)
$\ln(s_k) - \ln(n+0,05)$	-	0,0026** (0,0014)
$\ln(s_h) - \ln(n+0,05)$	-	0,0047*** (0,0013)
$W[\ln(s_k) - \ln(n+0,05)]$	-	-0,0031 (0,0027)
$W[\ln(s_h) - \ln(n+0,05)]$	-	-0,0075*** (0,0631)
λ	0,0385	0,0362
Vida media	18,0038	19,1477
PMP1 [SDM NR; SDM R]		[0,0019; 0,9981]
PMP2 [SDM; SEM]	[1,0000; 0,0000]	-
PMP3 [SDM; SEM]	-	[1,0000; 0,0000]

Nota: la significancia estadística de los coeficientes está representada por: * p < 10%; ** p < 5%; *** p < 1
Fuente: cálculos de los autores.

Nótese que las conclusiones derivadas de la estimación bayesiana no difieren de la realizada por MV. La variable de ingreso inicial mantiene su significancia en el restringido y pasa a ser significativa en el no restringido. En ambos casos conserva su signo negativo. Por otro lado, las variables de capital físico y humano son significativas y con signo positivo, como se esperaba. Sus rezagos espaciales son negativos y difieren en su significancia. Por último, se resalta la consistencia en la estimación del coeficiente que acompaña el rezago espacial de la variable dependiente. En ambas estimaciones y para las dos versiones del modelo aparece significativo y cercano a un valor del 0,7. Este resultado indica que el crecimiento de un municipio está correlacionado con el de sus vecinos.

La velocidad de convergencia estimada del modelo es cercana al 4%, lo cual representa un valor muy elevado en comparación con las estimaciones de la literatura internacional. Sin embargo, Islam (1995) encuentra velocidades de convergencia elevadas: entre el 5% y el 10% en el ámbito internacional. El autor explica que los trabajos anteriores tenían un problema de variable omitida, la cual, al correlacionarse con el nivel de ingreso inicial de manera positiva, generaba un sesgo de su respectivo coeficiente hacia arriba. Este sesgo era el que generaba las velocidades de convergencia tan bajas en los trabajos de Mankiw *et al.* (1992) y Barro y Sala-i-Martin (1991).

En el caso de la convergencia en Colombia sucede algo similar, ya que existe una correlación positiva entre el nivel de ingreso inicial de un municipio y el de sus vecinos: municipios más cercanos tienden a tener ingresos similares. Al incluir esta variable de rezago, el coeficiente del ingreso inicial reduce su sesgo hacia arriba, lo que genera una estimación de λ más elevada. Esto podría explicar el cambio en λ de 2% en el modelo de Solow a 3,6% en el modelo con rezagos.

A pesar de esto, se considera que el análisis de convergencia del modelo no debe estar centrado en su velocidad, ya que la estimación del parámetro λ solo depende del coeficiente del ingreso inicial, mas no de su rezago. De esta forma, se estaría ignorando el efecto espacial que genera la existencia de externalidades espaciales.

Por otra parte, al interpretar los coeficientes obtenidos de la estimación como los efectos de las variables sobre el crecimiento se incurre en un error, dada la no linealidad en los parámetros obtenidos en la estimación, ya que la variable dependiente aparece rezagada en el modelo y el modelo reducido estaría premultiplicado por $(I-\rho W)^{-1}$.

Para poder interpretar el efecto que tiene el ingreso inicial sobre el crecimiento municipal de modo apropiado, se examina lo que en la literatura se conoce como los efectos directos, indirectos y totales (LeSage y Pace, 2009), que no solo consideran los impactos de un aumento en una variable sobre una determinada observación i (un dato en el espacio), sino de los efectos que se obtienen como resultado de la retroalimentación espacial o *feedback*. De manera específica, si los vecinos j reciben impactos provenientes de i , estos también causarían efectos sobre i de manera recursiva, los cuales se resumen en el efecto indirecto.

Calculando los efectos para el parámetro de la velocidad de convergencia se tendrían dos componentes, uno que la favorece (directo) y otro que a la manera de las fuerzas centrífugas la repele (indirecto). En otras palabras, el carácter espacial del estudio genera dos fuerzas que afectan el crecimiento económico de cada municipio: la primera es el efecto directo, que representa el impacto del ingreso inicial de la misma observación, y la segunda es el efecto indirecto, que es el efecto del ingreso de los vecinos. Por esa razón

en este caso no tiene mucho sentido el análisis de la velocidad de convergencia o la vida media, ya que ignoran los efectos indirectos. Esta omisión se encuentra, por ejemplo, en Ertur y Koch (2006 y 2007), quienes calcularon dichos indicadores directamente de los parámetros del modelo.

A continuación se calculan los efectos directos, indirectos y totales del ingreso inicial sobre la tasa de crecimiento en el modelo SDM restringido y se presentan en el Cuadro 6. En este caso la significancia estadística de los efectos se evalúa mediante la construcción del “intervalo creíble”⁷. Al utilizar el intervalo al 10%, se verifica que la variable de ingreso inicial [$\ln(y_{1993})$] es significativa cuando el cero no se encuentra contenido entre el percentil 5 y el percentil 95.

Cuadro 6
Efectos directos, indirectos y totales del ingreso inicial

Efecto	Percentil 1	Percentil 5	Coefficient	Percentil 95	Percentil 99
Directo	-0,0290	-0,0282	-0,0259	-0,0235	-0,0227
Indirecto	-0,0046	0,0037	0,0204	0,0354	0,0412
Total	-0,0307	-0,0222	-0,0055	0,0095	0,0152

Fuente: cálculos de los autores.

En el Cuadro 6 observa que el efecto directo es negativo y significativo al 1%, lo cual indica que municipios con menores ingresos tuvieron mayores tasas de crecimiento que los más prósperos. Por otro lado, el efecto indirecto aparece con signo positivo y significativo al 10%, lo cual significa que los ingresos del vecindario afectan de manera positiva el crecimiento económico de los municipios. Ello porque en este efecto se concentran las interacciones espaciales presentes en el proceso de creación de tecnología, en donde las externalidades de los factores de producción generan un efecto de derrame. El hecho de que el efecto sea positivo y significativo revela una segunda fuerza en el proceso de convergencia, opuesta a la generada por el efecto directo, que ha sido ignorada en la literatura empírica colombiana. Si se es más estricto en la inferencia y se consideran los percentiles 1 y 99, se tendría que los resultados apuntan a la existencia de convergencia, de acuerdo con el efecto directo, pero que no existe convergencia, según el efecto indirecto. En el efecto total tampoco se respaldaría la hipótesis de la convergencia.

Vale la pena anotar que al estimar e interpretar solo los efectos directos, algunos estudios anteriores concluyeron que en Colombia hay evidencia de convergencia económica. En el presente estudio se encuentra que, dado el comportamiento espacial que se observa en la distribución de la riqueza en el país (Anexo 1), tiene importancia la posición geográfica de las observaciones.

⁷ El “intervalo creíble” es el análogo, en el campo Bayesiano, de los intervalos de confianza. En estos últimos, si se tiene un 95% de confianza, su interpretación es que el intervalo fue construido de tal manera que en experimentos repetidos, el 95% de las veces contiene el parámetro poblacional. En un “intervalo creíble” del 95%, se dice que la probabilidad de que el verdadero parámetro esté dentro del intervalo es del 95%.

Por último, la suma de estas dos fuerzas representará el efecto total del ingreso inicial sobre las tasas de crecimiento municipal. Con respecto a este efecto, se encuentra que, en el balance, el efecto indirecto prevalece sobre el directo, y en el total no resulta significativo. Ello representa evidencia de que, una vez se suman los efectos directos más los indirectos que provienen de las externalidades espaciales, no se puede rechazar la hipótesis de que no existe convergencia, ya que, como se observa en el Cuadro 6, el efecto total presenta un cambio de signo entre el percentil 5 y el percentil 95.

4.2 Resultados agregados por departamentos

Uno de los principales aportes de este trabajo es la aproximación municipal al estudio de convergencia económica regional. En la literatura empírica se han desarrollado estudios similares que en su mayoría utilizan un enfoque mucho más agregado: el departamental. Por ese motivo, y por razones de consistencia, en este apartado del estudio se empleará la misma metodología, pero utilizando los departamentos de Colombia como unidades de observación. Con ello se busca evaluar si los resultados del ejercicio empírico son robustos a la escogencia de la escala de análisis. En otras palabras, si los resultados pueden estar sujetos a la crítica de lo que se conoce como MAUP⁸, que argumenta que las relaciones en el espacio suelen variar con la escala, ya que las fronteras utilizadas cambian (Openshaw y Taylor, 1979).

Para medir el ingreso se toma la serie del PIB departamental anual publicado por el DANE, a precios constantes del 2005, y se utiliza su crecimiento promedio anual como variable dependiente. Se emplea el mismo tratamiento de las variables de capital físico y humano, pero agregadas por departamento. La base de datos final cuenta con 27 observaciones, debido a que se excluyeron algunos de los nuevos departamentos por falta de información en algunas de las variables del estudio. La matriz de pesos espaciales empleada utiliza el criterio de contigüidad.

El análisis inicial por departamento se desarrollará como en el caso municipal. Se estiman los modelos de convergencia no condicional, condicional no restringido y condicional restringido, los cuales se presentan en el Cuadro 7.

De la misma manera que con los datos municipales, existe evidencia de convergencia en los tres modelos. La restricción teórica sobre los coeficientes se mantiene, pero las variables de capital humano, físico y de crecimiento poblacional de los departamentos no contribuyen para explicar el crecimiento de manera significativa. Por otra parte, se calcula el índice de Moran con objeto de evaluar posibles efectos espaciales y se encuentra que no hay presencia de ellos. Aun así, por consistencia se evaluó el modelo con los efectos espaciales, estimando los modelos espaciales SDM restringido y no restringido mediante el método bayesiano MCMC. Los resultados de la estimación se presentan en el Cuadro 8.

⁸ *Modifiable areal unit problem.*

Cuadro 7
Convergencia departamental sin efectos espaciales

Modelo	No condicional	Condicional no restringido	Condicional restringido
Variable dependiente	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$
Observaciones	27	27	27
Constante	0,0588*** (0,0104)	0,1426 (0,0900)	0,0576*** (0,0125)
$\ln(y_{1993})$	-0,0186*** (0,0046)	-0,0208*** (0,0054)	-0,0185*** (0,0048)
$\ln(s_p)$	-	0,0040 (0,0043)	-
$\ln(s_h)$	-	-0,0293 (0,0042)	-
$\ln(n+0,05)$	-	0,0293 (0,0311)	-
$\ln(s_p) - \ln(n+0,05)$	-	-	0,0025 (0,0040)
$\ln(s_h) - \ln(n+0,05)$	-	-	-0,0022 (0,0042)
Estadístico F de Wald	-	-	0,9111
P-valor F de Wald	-	-	0,3502
Estadístico de Moran	-0,03839	-0,04610	-0,0505
Probabilidad marginal	0,8853	0,70343	0,8031

Nota: la significancia estadística de los coeficientes está representada por: * $p < 10\%$; ** $p < 5\%$; *** $p < 1\%$
Fuente: cálculos de los autores.

Cuadro 8
Estimación bayesiana del modelo SDM departamental

Modelo	SDM no restringido	SDM restringido
Variable dependiente	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$	$[\ln(y_{2012}) - \ln(y_{1993})]/19$
Constante	-0,0386 (0,2032)	0,0667** (0,0298)
$\ln(y_{1993})$	-0,0192** (0,0107)	-0,0181*** (0,0085)
$\ln(s_p)$	0,0011 (0,0051)	-
$\ln(s_h)$	-0,0011 (0,0051)	-
$\ln(n+0,05)$	-0,0012 (0,0352)	-
$W\ln(y_{1993})$	0,0148 (0,0171)	0,0112 (0,0141)
$W\ln(s_p)$	-0,0049 (0,0094)	-

Cuadro 8 (continuación)
Estimación bayesiana del modelo SDM departamental

Modelo	SDM no restringido	SDM restringido
$W\ln(s_k)$	-0,0084 (0,0091)	-
$W\ln(n+0,05)$	-0,0251 (0,0671)	-
$W[\ln(v_{2012})-\ln(v_{1993})]/19$	-0,2522 (0,3367)	-0,2894 (0,3308)
$\ln(s_k) - \ln(n+0,05)$	-	0,0014 (0,0043)
$\ln(s_k) - \ln(n+0,05)$	-	-0,0012 (0,0048)
$W[\ln(s_k) - \ln(n+0,05)]$	-	-0,0029 (0,0075)
$W[\ln(s_k) - \ln(n+0,05)]$	-	-0,0078 (0,0082)

Nota: la significancia estadística de los coeficientes está representada por: * p < 10%; ** p < 5%; *** p < 1
 Fuente: cálculos de los autores.

De la interpretación del Cuadro 8 resalta el hecho de que la única variable independiente significativa es el ingreso inicial, cuyo signo es negativo. El resto de variables no son significativas, entre ellas los rezagos espaciales de las variables independientes y de la dependiente. Acerca de la no significancia de esta última hay que anotar que el resultado es consistente con lo que reporta el índice de Moran, en el sentido de que no hay dependencia espacial en la tasa de crecimiento departamental. No obstante, y con el fin de contrastar los resultados hallados en el análisis de convergencia municipal, se calculan de nuevo los efectos directos, indirectos y totales de la variable de ingreso inicial por departamentos, los cuales se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9
Efectos directos, indirectos y totales del ingreso inicial departamental

Efecto	Percentil 1	Percentil 5	Coefficient	Percentil 95	Percentil 99
Directo	-0,0473	-0,0383	-0,0193	-0,0018	0,0048
Indirecto	-0,0280	-0,0142	0,0135	0,0432	0,0531
Total	-0,0422	-0,0259	-0,0058	0,0114	0,0212

Fuente: cálculos de los autores.

En concordancia con los resultados de los municipios, se observa que el efecto directo muestra convergencia, ya que el valor de 0 no está en el intervalo del 5% al 95%. El efecto indirecto no es significativo y el agregado de los dos efectos aparece otra vez sin significancia estadística. En resumen, los resultados son consistentes con los hallados para los municipios, en los que se encuentra que no hay evidencia que sustente la hipóte-

sis de convergencia económica regional. Se puede concluir, en este caso, que la agregación espacial no determina las conclusiones del estudio.

4.3 Parámetros estructurales del modelo

En esta sección se estimará la ecuación 11, en la que el ingreso municipal es una función de las variables de capital y crecimiento de la población. Ello se hace siguiendo la metodología de Ertur y Koch (2007), quienes recuperan los parámetros estructurales de esta ecuación. Hay que anotar que la ecuación 11 representa un modelo en el cual la restricción de sobreidentificación está implícita, por lo que en ese caso se estima la versión restringida del modelo y se comparan las alternativas con externalidades espaciales globales (SDM) y sin externalidades (SEM). Los resultados de la comparación de las alternativas [SDM, SEM] muestran que los datos dan mayor soporte a la escogencia del modelo SDM, pues las PMP correspondientes son [1, 0].

Los parámetros estructurales se obtienen de los coeficientes estimados para el modelo SDM restringido y la inferencia estadística se realiza a partir de la distribución del vector de parámetros que arroja el método bayesiano, el cual se realiza con mil iteraciones. Estas estimaciones se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10
Parámetros estructurales del modelo

Parámetro	Significanci	Límite inferior 2,5%	Promedio	Límite superior 97,5%
α	No	-0,1233	-0,0167	0,0819
β	Sí	0,1189	0,2168	0,3135
φ_k	Sí	0,0055	0,0811	0,1633
φ_h	No	-0,1404	-0,0591	0,0245
γ	Sí	0,6329	0,6983	0,7629

Fuente: cálculos de los autores.

De los resultados del Cuadro 10 se resaltan tres aspectos: 1) La participación del capital físico en la función de producción (α) resulta no significativa. Sin embargo, la del capital humano (β) aparece positiva y significativo en un nivel cercano al 22%. En términos relativos, hay indicios de que este último factor es el más importante en la generación de riqueza económica municipal; 2) En la función de producción tecnológica, el factor que mayor importancia tiene es el capital físico. El parámetro del capital humano resulta ser no significativo, lo cual indica una mayor importancia del capital físico en la difusión de tecnologías en los municipios (carreteras, puentes, inversión en infraestructura básica, entre otros), y 3) El parámetro que mide la sensibilidad espacial (γ) resulta positivo y significativo, hecho que indica una vez más la presencia de dependencia espacial entre los municipios colombianos. En este caso γ es la sensibilidad que tiene la tecnología de un municipio frente a la de sus vecinos. El valor positivo indica que aumentos en los factores de sus vecinos implican un incremento en la tecnología local.

Dados los resultados anteriores, es importante tener en cuenta no solo los elementos propios de cada unidad espacial, sino los que provienen de los efectos de retroalimentación a través de externalidades espaciales. De esta manera, los factores de capital físico, empleo y capital humano, al igual que las externalidades derivadas de su interacción en el espacio, son elementos clave para entender la dinámica de crecimiento y de generación de ingreso en los municipios de Colombia.

5. Conclusiones

El estudio sobre la existencia de efectos espaciales es un área reciente dentro de la teoría económica, que en los últimos años tomó fuerza en la literatura empírica internacional. Sin embargo, investigaciones sobre el caso colombiano que incorporen este tipo de efectos son relativamente escasas. Esto es un hecho preocupante, más aún cuando se tiene en cuenta que Colombia es un país con marcadas diferencias inter e intrarregionales, tanto en aspectos económicos como sociales y culturales. La evidencia ha demostrado que, en efecto, existen relaciones espaciales en el interior y entre las distintas regiones del país, sea por el efecto de las variables geográficas (Sánchez y Núñez, 2000), las trampas de pobreza (Galvis y Meisel, 2012), o los *spillovers* del capital humano (Gaviria, 2005).

En este artículo se estudió la hipótesis de convergencia usando un enfoque caracterizado por la presencia de dependencia espacial. Se encuentra evidencia empírica que señala la existencia de dos efectos. Por un lado, municipios más pobres tienden a crecer más que los más prósperos (efecto directo); pero por el otro, municipios en vecindarios más pobres crecen menos que sus contrapartes mejor ubicadas (efecto indirecto). Estas dos fuerzas terminan contrarrestándose de manera mutua, y se concluye que en Colombia en los últimos veinte años no hubo convergencia económica: municipios más pobres no logran crecer más que los más prósperos. Esto sucede, en particular, debido a la distribución desigual de la riqueza en el territorio nacional. Los municipios menos aventajados tienden a estar rodeados de otros con características similares.

Por último, se resalta la presencia de una dependencia espacial en el nivel tecnológico de los municipios. En otras palabras, la tecnología local genera un impacto en la tecnología de los municipios vecinos. Esta dependencia se origina debido a la existencia de externalidades en el proceso de acumulación de los factores de producción.

La reflexión final apunta a resaltar el papel de la inversión en capital físico y capital humano como motores de crecimiento de los municipios en Colombia. Además, es importante rescatar el papel de las externalidades en dichas inversiones, de tal manera que, si se quiere impulsar el crecimiento de los municipios menos prósperos, se deben generar inversiones de impacto regional, en las que se aprovechen las dinámicas de retroalimentación hacia otras regiones y se genere una senda de crecimiento equilibrado. Markusen (2008) plantea que la mayoría de las economías han enfocado las políticas de desarrollo regional en la inversión en capital físico, en oposición a la inversión en capital humano. Colombia, al parecer, no ha sido la excepción, quizá porque las inversiones en capital físico son más “visibles” que las de capital humano, que dan sus frutos de manera más tangible en el largo plazo.

Lo que muestra la evidencia presentada en este documento es que ambos factores son importantes para el crecimiento económico municipal, por lo cual se deben seguir fortaleciendo las políticas encaminadas a mejorar la infraestructura física municipal, así como las que propenden por una mejor inversión en capital humano, no solo en su cantidad, sino en su calidad. Esta última ha sido estudiada por Hanushek y Kimko (2000), quienes encuentran que la calidad, medida a través de los resultados en pruebas internacionales estandarizadas, tiene un efecto sobre el crecimiento económico mayor que el de los años de educación. Este tema será objeto de un trabajo de investigación futura en el caso colombiano.

Referencias

- Abreu, M.; De Groot, H. L.; Florax, R. J. (2005). "Space and Growth: A Survey of Empirical Evidence and Methods", en *Région et Développement*, núm. 21, pp. 12-43.
- Anselin, L.; Bera, A. K. (1998). "Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics", en *Statistics Textbooks and Monographs*, núm. 155, pp. 237-290.
- Anselin, L.; Rey, S. (1991). "Properties of Tests for Spatial Dependence in Linear Regression Models", en *Geographical Analysis*, vol. 23, núm. 2, pp. 112-131.
- Barro, R.; Sala-i-Martin, X. (1991). "Convergence across States and Regions", en *Brookings Papers*, núm. 1, pp. 107-82.
- Birchenall, J.; Murcia, G. E. (1997). "Convergencia regional: una revisión del caso colombiano", en *Desarrollo y Sociedad*, núm. 40, pp. 274-308.
- Bonet, J.; Meisel, A. (1999). "La Convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo, 1926-1995", en *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, núm. 8, Banco de la República.
- Bonet, J.; Meisel, A. (2006). "Polarización del ingreso per cápita departamental en Colombia, 1975-2000", en *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, núm. 76, Banco de la República.
- Burridge, P. (1981). "Testing for a Common Factor in a Spatial Autoregressive Model", en *Environment and Planning A*, núm. 13, pp. 795-800.
- Cárdenas M.; Pontón, A.; Trujillo, J. P. (1993) "Convergencia y migraciones interdepartamentales en Colombia: 1950-1989", en *Coyuntura Económica*, vol. 23, núm. 1.
- Cliff A.; Ord, J. (1975). "The Comparison of Means when Samples Consist of Spatially Autocorrelated Observations", en *Environment and Planning A*, núm. 7, pp. 725-734.
- Cliff, A.; Ord, J. (1981). *Spatial Processes: Models and Applications*. London: Pion.
- Dinopoulos, E.; Thompson, P. (2002). "Reassessing the Empirical Validity of the Human-Capital Augmented Neoclassical Growth Model", en *Economic Evolution, Learning, and Complexity*, pp. 245-264, Berlin: Physica-Verlag HD.
- Ertur, C.; Koch, W. (2006). "Convergence, Human Capital and International Spillovers", en *Laboratoire d'Economie et de Gestion, Working Paper, Université de Bourgogne*.

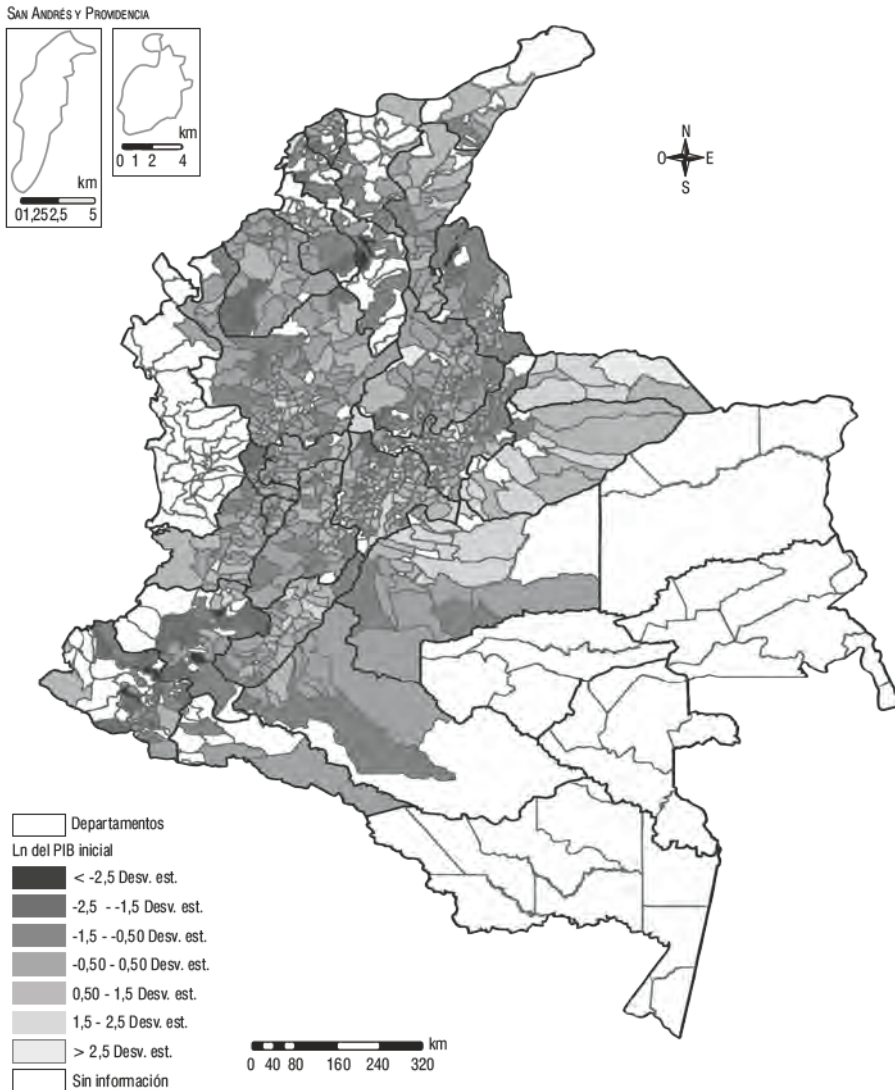
- Ertur, C.; Koch, W. (2007). "Growth, Technological Interdependence and Spatial Externalities: Theory and Evidence", en *Journal of Applied Econometrics*, vol. 22, núm. 6, pp. 1033-1062.
- Ertur, C.; Le Gallo, J.; LeSage, J. P. (2007). "Local versus Global Convergence in Europe: a Bayesian Spatial Econometric Approach", en *The Review of Regional Studies*, vol. 37, núm. 1, pp. 82-208.
- Galvis, L. A.; Meisel, A. (2001). "El crecimiento económico de las ciudades colombianas y sus determinantes 1973-1998", en *Coyuntura Económica*, vol. 31, núm. 1.
- Galvis, L. A.; Meisel, A. (2010). "Persistencia de las desigualdades regionales en Colombia: Un análisis espacial", en *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, núm. 120, Banco de la República.
- Galvis, L. A.; Meisel, A. (2012). "Convergencia y trampas espaciales de pobreza en Colombia: Evidencia reciente", en *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, núm. 177, Banco de la República.
- Galvis, L. A.; Meisel, A. (2013). "Regional Inequalities and Regional Policies in Colombia: the Experience of the Last Two Decades", en *Regional Problems and Policies in Latin America*, pp. 197-223, Berlín: Springer.
- Gaviria, M. (2005). "Capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia", en *Ensayos de Economía*, vol. 15, núm. 27, pp. 25-74.
- González, N. (2011). "¿Otra vez? Una sencilla visión de la convergencia económica en los departamentos de Colombia: 1975-2005", en *Archivos de Economía*, Departamento Nacional de Planeación, núm. 384.
- Hanushek, E.; Kimko, D. (2000). "Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations", en *The American Economic Review*, vol. 90, núm. 5, pp. 1184-1208.
- Islam, N. (1995). "Growth Empirics: A Panel Data Approach", en *Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, núm. 4, pp. 1127-1170.
- Koop, G.; Poirier, D. J. y Tobias, J. L. (2007). *Bayesian Econometric Methods*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LeSage, J.; Pace, R. K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Boca Ratón: CRC Press.
- Lucas, R. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", en *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, pp. 3-42.
- Mankiw, N. G.; Romer, D.; Weil, D. N. (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", en *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, pp. 407-437.
- Markusen, A. R. (2008). "Human versus Physical Capital: Government's Role in Regional Development", en Martínez-Vazquez, J. y Vaillancourt, F. (eds.) *Public Policy for Regional Development*. Nueva York: Roudledge.
- Meisel, A. (2014). "No Reversal of Fortune in the Long Run: Geography and Spatial Persistence of Prosperity in Colombia, 1500-2005", en *Borradores de Economía*, núm. 841, Banco de la República.
- Openshaw, S.; Taylor, P. J. (1979). "A Million or so Correlation Coefficients Three Experiments on the Modifiable Areal Unit Problem", en Wrigley, N. (ed.) *Statistical Applications in the Spatial Sciences*, pp. 127-144. Londres: Pion.
- Quah, D. T. (1996). "Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics", en *Economic Journal*, vol. 106, núm. 437, pp. 1045-1055.

- Quah, D. T. (1997). "Empirics for Growth and Distribution: Stratification, Polarization, and Convergence Clubs", en *Journal of Economic Growth*, vol. 2, núm. 1, pp. 27-59.
- Ramírez, M. T.; Loboguerrero, A. M. (2002). "Spatial Dependence and Economic Growth: Evidence from a Panel of Countries", en *Borradores de Economía*, núm. 206, Banco de la República.
- Romer, P. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth", en *The Journal of Political Economy*, pp. 1002-1037.
- Royuela, V.; García, G. A. (2013). "Economic and Social Convergence in Colombia", en *Regional Studies* (ahead-of-print), pp. 1-21.
- Sánchez, F.; Nuñez, J. (2000). "La geografía y el desarrollo económico en Colombia: una aproximación municipal", en *Desarrollo y Sociedad*, vol. 46, pp. 43-98.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics* 70: 65-94.
- Swan, T. W. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record* 32: 334-361.
- Seya, H.; Tsutsumi, M.; Yamagata, Y. (2012). "Income Convergence in Japan: A Bayesian Spatial Durbin Model Approach", en *Economic Modelling*, vol. 29, núm. 1, pp. 60-71.

Anexos

Anexo 1

Mapa municipal de Colombia con el nivel de ingreso inicial per cápita, 1993



Fuente: elaboración de los autores.

3. Innovación y empleo: evidencia a nivel de firma para Colombia

**Martha López
Héctor Zárate***

La innovación tecnológica se reconoce como uno de los factores determinantes del crecimiento económico. La innovación en variedades, en calidad y la disminución de costos resultante de la misma son variables que explican el crecimiento económico de acuerdo con modelos seminales como los de Grossman y Helpman (1993). Es por esto que países desarrollados y en vías de desarrollo consideran importante la introducción de políticas que promuevan la innovación a nivel de firmas. Adicionalmente, su impacto sobre el empleo es de particular importancia, aunque sus interrelaciones no son bien conocidas. De un lado, el impacto sobre el empleo en el largo plazo ha mostrado ser positivo a través del incremento en la demanda de productos de la firma. Pero las innovaciones relacionadas con procesos productivos con frecuencia tienen un efecto de desplazamiento sobre el mismo.

La innovación se puede catalogar de dos formas, innovación en los productos e innovación de los procesos de producción. Las innovaciones que mejoran el rango o la calidad de los productos ofrecidos por las firmas también tenderán a incrementar el nivel de producto de la firma y por tanto el empleo. De otro lado, un cambio técnico (en el sentido de Hicks) estará asociado con la combinación de factores y este puede tener un efecto positivo o negativo sobre el empleo. El objetivo de este estudio es doble. En primer lugar se investiga el efecto neto de la innovación sobre el empleo a nivel de firma en Colombia utilizando un modelo ampliamente utilizado en la literatura acerca de la relación

* Los autores agradecen a Hernando Vargas, Eduardo Sarmiento Gómez, María Teresa Ramírez y a un jurado anónimo por sus valiosos comentarios a versiones anteriores del documento. También agradecen al DANE por el acceso a las bases de datos correspondientes y a Juan Camilo Osorio y Santiago Figueroa por su asistencia en la investigación. Los autores son, respectivamente, investigadora de la Unidad de Investigaciones y econometrista de la Unidad de Econometría del Banco de la República. Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan las del Banco de la República ni las de su Junta Directiva.

entre innovación y empleo: el modelo propuesto por Harrison *et al.* (2008). Este modelo, simple pero formal, tiene en cuenta los efectos estructurales entre innovación y empleo. En el modelo se presenta una relación entre el crecimiento del empleo de las firmas y la introducción de procesos de innovación y los dos componentes de las ventas: productos “viejos” y “productos nuevos o mejorados de manera sustancial”.

En segundo lugar, la metodología econométrica que se propone no se ha utilizado antes en los estudios relacionados con innovación y desempleo. En particular, como la estimación econométrica debe hacerse con el uso de variables instrumentales (debido a problemas de endogeneidad), se propone un estudio en el que se tenga en cuenta la incertidumbre en la relación entre las variables instrumentales y el error aleatorio. Esto se hace implementando técnicas bayesianas.

En cuanto a las relaciones por analizar, primero se examina el impacto de la innovación para la industria manufacturera como un conjunto. Luego, se estudia la generación de empleo como empleo calificado o no calificado. También se analiza la relación entre innovación y empleo a nivel de firmas exportadoras y no exportadoras y a nivel de firmas de alta y baja tecnología. Finalmente, se utilizan las estimaciones para el total de la industria manufacturera para hacer una descomposición del crecimiento del empleo en componentes relacionados con la productividad, la venta de productos viejos, la productividad derivada del proceso de innovación y el asociado al crecimiento de productos nuevos.

Los resultados obtenidos muestran que, en línea con los encontrados para otros países con técnicas econométricas diferentes, la innovación en productos es una fuente importante de generación de empleo y explica parte del crecimiento del empleo en Colombia, mientras que (a diferencia de otros países de Latinoamérica y Europa) la innovación en procesos no tiende a desplazar el empleo.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. La sección 1 es una breve revisión de la literatura sobre el tema. La sección 2 presenta el modelo teórico. La sección 3 es una descripción de nuestra propuesta de estimación econométrica. La sección 4 describe los datos. La sección 5 presenta los resultados de las estimaciones. En la sección 6 se presenta la descomposición del crecimiento del empleo. En la Sección 7 discutimos la robustez de los resultados y la sección 8 concluye.

1. Revisión de la literatura

Varios de los estudios de los años cincuenta acerca del efecto de la innovación sobre el empleo eran estudios de caso o de firmas particulares. Por lo general se encontraba que había destrucción de empleo después de la introducción de nuevas técnicas. Sin embargo, en dichos trabajos no se tenía en cuenta el efecto de la expansión del producto de la innovación e ignoraban el contrafactual de qué hubiese pasado si las firmas no hubiesen innovado. Posteriormente, se desarrollaron trabajos estadísticos y econométricos para analizar el anterior problema. Muchos estudios, que seguían a Salter (1966), se enfocaron en trabajos a nivel de la industria. Salter reportaba una relación positiva del crecimiento de la productividad total de los factores con el aumento del empleo en Inglaterra. Basado en una tecnología Hicks-neutral, en el análisis de Salter para la industria británica encuentra que: 1. Las industrias con ganancias en tasas de productividad tendían a pasar su

resultado a los hogares en la forma de precios relativos más bajos en lugar que al trabajo como salarios más altos. 2. Aquellas industrias en las cuales la tasa de ganancias en productividad fue lo suficientemente rápida como para permitir disminuciones en los precios relativos también fueron industrias en las que se experimentó la mayor ganancia en el producto. 3. En general, el crecimiento del producto en las industrias con altas ganancias de productividad ha sido suficiente para más que compensar las pérdidas en el empleo originadas en el incremento de la productividad. Industrias con crecimientos en el producto por trabajador por encima del promedio en general también informaron aumentos en el empleo por encima del promedio.

Otro trabajo, ya a nivel de empresa, es el de Entorf y Pohlmeier (1990), quienes analizan una amplia muestra de firmas alemanas en 1984. Estas tienen un modelo simultáneo de exportaciones, innovación y empleo que presenta evidencia que la innovación en producto (pero no en proceso) incrementa de manera significativa el empleo. Un trabajo con un modelo estructural más reciente es el de Van Reenen (1997), en el cual, bajo un enfoque microeconómico, se estima la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo para un panel de datos de Inglaterra en el periodo 1976-1982. Allí se encuentra que la innovación tecnológica está asociada con mayor empleo a nivel de firma y que las firmas grandes tienden a innovar más.

Más recientemente, Harrison *et al.* (2008) desarrollan y estiman un modelo estructural para el caso de cuatro países europeos (Alemania, Francia, España y Reino Unido) y encuentran una contribución importante de la innovación en producto en el crecimiento del empleo en esos países. Asimismo, Benavente y Lauterbach (2008) aplicaron la misma metodología para Chile, Hall *et al.* (2007) para Italia, y Crespi y Tacsir (2011) para cuatro países Latinoamericanos (Chile, Uruguay, Costa Rica y Argentina); los resultados hallados fueron similares. En todos estos casos se utilizó la metodología tradicional de variables instrumentales sin tener en cuenta la incertidumbre en la correlación entre los instrumentos y el término de error de la regresión a estimar. También se encuentra que el efecto compensación es mayor al efecto desplazamiento sobre el empleo.

Por el contrario, hay alguna evidencia que el impacto de la innovación sobre el empleo es negativo. Por ejemplo Klette y Forre (1998) analizan el caso de Noruega entre 1982 y 1992 y relacionan el crecimiento neto del empleo a nivel de firma con características de la misma (como si la firma pertenece a firmas con I&D o no, y el tamaño de la firma). Usaron un modelo de forma reducida y los resultados muestran que al controlar por diferencias en la industria, las plantas con I&D crean menos empleo que las firmas sin I&D.

En conclusión, los estudios difieren en los modelos y métodos utilizados y más específicamente, en la manera como abordan la endogeneidad y la heterogeneidad. Algunos son simples relaciones de correlación y otros la estimación de relaciones de forma reducida; muy pocos han tratado una aproximación más estructural. En los diferentes estudios hay evidencia mixta en los resultados acerca del impacto de la innovación del efecto desplazamiento y el efecto compensación sobre el empleo, aunque predomina la evidencia de un impacto positivo.

Para el caso de Colombia, no existen estudios al respecto, y en ese sentido este trabajo pretende ayudar a llenar ese vacío.

2. Empleo e innovación a nivel de firma

2.1 Innovación en procesos e innovación en productos

Los efectos de la innovación tecnológica en el empleo a nivel de firma dependen de si la innovación se hace en el proceso de producción (el cual cambia la función de producción) o en la innovación en productos (que cambia la función de demanda). La primera tiene un impacto directo sobre la productividad y los costos unitarios y, por tanto, es más probable que esté asociada con reducciones en las cantidades de factores de producción. Por consiguiente, tendería a desplazar trabajo por unidad de producto. No obstante, la reducción en los costos unitarios podría resultar en una disminución de precios, lo que estimularía la demanda de productos y, en consecuencia, el empleo. La magnitud de estos efectos de desplazamiento y de compensación depende en gran medida de la elasticidad de la demanda por los productos de la firma. En cuanto a la innovación de productos, en ausencia de cualquier elemento en el proceso, un nuevo producto generará nueva demanda y esto debería elevar la demanda por trabajo. Por supuesto, si una firma produce múltiples productos, los bienes nuevos pueden desplazar a los productos viejos, lo cual reducirá la expansión consolidada en la demanda por trabajo.

Teóricamente, los efectos de la innovación son ambiguos, por lo que es un problema empírico determinar cuáles son los factores que dominan. A continuación presentamos el modelo teórico que seguimos para hacer las estimaciones econométricas.

2.2 Modelo teórico

El modelo teórico es el desarrollado y presentado en Harrison *et al.* (2008). Una firma puede producir dos tipos de bienes: productos viejos o marginalmente modificados (productos viejos), denotado $i=1$, y productos nuevos o significativamente mejorados (productos nuevos), denotados $i=2$. Se observa a la firma durante dos años diferentes $t=1$ y $t=2$. La producción de productos viejos y nuevos en el año se denota respectivamente Y_{1t} y Y_{2t} . En $t=1$ todos los productos son viejos por definición, es decir $Y_{21} = 0$. Si en $t=2$ no se introducen productos nuevos, $Y_{22} = 0$.

La función de producción de productos viejos o nuevos presenta retornos constantes a escala en el capital (K_{it}), el trabajo (L_{it}) y los insumos intermedios (M_{it}). Dicha función puede ser escrita como dos funciones de producción idénticas y separables que tienen asociados parámetros de eficiencia θ Hicks-neutrales diferentes.

$$Y_{it} = \theta_{it} F(K_{it}, L_{it}, M_{it}) \exp^{\eta + \omega_n} \text{ con } i = 1 \text{ y } t = 1, 2, \text{ e } i = 2 \text{ y } t = 2$$

donde η representa los efectos fijos idiosincrásicos no-observados a la firma y ω los choques de productividad asociados con todos los cambios en la función de producción por razones diferentes al desarrollo tecnológico (es decir, inversiones no observadas, explosiones en la utilización de la capacidad, problemas laborales y de organización temporales). Se entiende que son choques de productividad no-tecnológicos.

Las decisiones sobre el uso de insumos (como el empleo) se realizan con base en una política de minimización de costos.

$$C(W_{it}, Y_{it}, \theta_{it'}) = C(W_{it}) \frac{Y_{it}}{\theta_{it} \exp^{\eta+\omega_{it}}} + Fi$$

donde el costo marginal, $C(W)/\theta e^{\eta+\omega}$, es una función del vector de precios de los insumos y F representa costos fijos.

Utilizando el lema de Shepard, las demandas de trabajo para productos viejos y nuevos, respectivamente son:

$$L_{1t} = C_{wl}(W_{1t}) = \frac{Y_{1t}}{\theta_{1t} e^{\eta+\omega_{1t}}} \text{ para } t = 1,2$$

$$L_{22} = C_{wl}(W_{22}) = \frac{Y_{22}}{\theta_{22} e^{\eta+\omega_{22}}} \text{ si } Y_{22} = 1,2$$

donde $C_{wl}(\cdot)$ representa la derivada de $C(\cdot)$ con respecto al salario. Se puede asumir, por simplicidad que $C_{wl}(W_{11}) = C_{wl}(W_{12}) = C_{wl}(W_{22})$, es decir, que los precios de los insumos permanecen constantes e iguales durante los dos periodos para productos viejos y nuevos.

La tasa de crecimiento del empleo durante los años de análisis se puede escribir como:

$$\frac{\Delta L}{L} \approx \frac{L_{12} + L_{22} - L_{11}}{L_{11}} = \frac{L_{12} - L_{11}}{L_{11}} + \frac{L_{22}}{L_{11}} \approx \ln\left(\frac{L_{12}}{L_{11}}\right) + \frac{L_{22}}{L_{11}}$$

donde, por convención, la tasa de crecimiento de productos nuevos se define como L_{22}/L_{11} . Con base en esta descomposición y las ecuaciones derivadas de demanda por trabajo se puede escribir la siguiente ecuación para el crecimiento del empleo:

$$\frac{\Delta L}{L} = [\ln(\theta_{12}) - \ln(\theta_{11})] + [\ln(Y_{12}) - \ln(Y_{11})] + \frac{\theta_{11} Y_{22}}{\theta_{22} Y_{11}} (w_{12} - w_{11}) \quad (1)$$

Se infiere que el crecimiento del empleo depende de cuatro componentes: 1. El cambio en la eficiencia de los procesos de producción de los productos viejos 2. La tasa de cambio de la demanda de estos productos en el tiempo, 3. La expansión en la producción atribuida a la demanda de productos nuevos, y 4. El impacto de los choques a la productividad.

Se espera que un incremento en el cambio en la eficiencia de los procesos de producción de productos viejos sea mayor en las firmas que introducen innovación en los procesos de producción. De otra parte, el impacto que tenga la innovación en el crecimiento del empleo depende de la eficiencia relativa entre producir productos viejos y nuevos ($\theta_{11}/$

θ_{22}). Si los productos nuevos son producidos con mayor eficiencia que los productos viejos, es decir si la razón es menor a uno, el empleo no crece uno a uno con el crecimiento del producto de los nuevos productos.

2.3 Modelo econométrico

El anterior modelo se puede escribir en forma de regresión econométrica de la forma

$$l = \alpha_0 + \alpha_1 d + y_1 + \beta y_2 + u \quad (2)$$

y_1 y y_2 son las tasas de crecimiento de los productos viejos y nuevos $[\ln(Y_{12}) - \ln(Y_{11})]$ y $\theta_{11} Y_{22} / \theta_{22} Y_{11}$, respectivamente. La variable d es una *dummy* igual a uno si la firma implementó innovación en “procesos únicamente”, esto es, no asociados a la innovación en producto. El parámetro β captura la eficiencia relativa de la producción entre productos viejos y nuevos. El término u recoge el término de error y los choques a la productividad del modelo, $u = -(w_{12} - w_{11}) + \xi$. El parámetro α_0 representa (menos) el crecimiento en la eficiencia de producción de productos viejos. Como la variable y_1 tiene un coeficiente igual a uno, para la estimación simplemente se puede sustraer de la variable dependiente. Por lo tanto, la ecuación (2) permite estimar dos efectos de interés sobre el empleo: el efecto bruto de la innovación en procesos o efecto desplazamiento, y el efecto bruto de la innovación en producto sobre el empleo.

La innovación en producto también puede tener efectos en la productividad. La teoría no da una indicación general de la dirección de este efecto. Se espera que el principal efecto de la innovación en producto provenga del ensanchamiento de la demanda. El tercer término de la ecuación (2) recoge ambos efectos¹.

2.3.1 Problemas de endogeneidad, identificación y medición

Como lo indica Harrison *et al.* (2008), la identificación y estimación consistente de los tres parámetros (α_0 , α_1 y β) depende de que las variables que representan innovación en procesos y en producto (d y y_2) no estén correlacionadas con el término de error u o, por lo menos, de la disponibilidad de instrumentos correlacionados con estas variables y no correlacionados con los choques de productividad recogidos en u .

Existen buenas razones para pensar que los choques de productividad no son predecibles perfectamente en el momento en que se toman las decisiones de inversión en tecnología, por lo que, una estimación consistente de la ecuación (2) con MCO no es posible. De manera adicional, si la inversión en tecnología estuviese positivamente relacionada con los choques de productividad ω (por ejemplo si dichas inversiones son estimuladas por un aumento en la utilización de la capacidad de la firma y el incremento en la productividad

¹ Se puede extender la ecuación (2) para permitir que la innovación en proceso afecte cambios en la efectividad de la producción de productos nuevos y viejos. Los resultados se presentan en el Apéndice A.

del trabajo resultante), y por consiguiente correlacionados en forma negativa con u , se esperaría un sesgo hacia abajo en los coeficientes de d y de y_2 , lo cual implicaría estimar un efecto desplazamiento de empleo por innovación en los procesos muy grande, y un impacto de la introducción de nuevos productos muy pequeño. Así que si la innovación de la firma está correlacionada con la productividad de la misma, la innovación en producto también va a estarlo. Dado que la productividad de la firma también aparece en el término de error de las ecuaciones de demanda por trabajo, la innovación en productos será endógena, lo que conlleva serios problemas de identificación.

En cuanto a los problemas de medición, en la estimación de la ecuación (2), es necesario sustituir el crecimiento en la producción real, por el crecimiento de las ventas nominales (que es lo que se observa). Sabemos que $g_1 = \left(\frac{P_{12}Y_{12} - P_{11}Y_{11}}{P_{11}Y_{11}} \right)$ es la tasa de crecimiento de las ventas nominales de productos viejos, la cual se puede aproximar a $g_1 = y_1 + \pi_1$, donde $\pi_1 = \left(\frac{P_{12} - P_{11}}{P_{11}} \right)$. Por su parte, $g_2 = \left(\frac{P_{22}Y_{22}}{P_{11}Y_{11}} \right)$ es la tasa de crecimiento de las ventas a causa de los nuevos productos y se puede aproximar a $g_2 = y_2(1 + \pi_2)$, donde $\pi_2 = \left(\frac{P_{22} - P_{11}}{P_{11}} \right)$. Sustituyendo g_1 y g_2 por y_1 y y_2 , respectivamente, en la ecuación (2) obtenemos:

$$l = \alpha_0 + \alpha_1 d + g_1 - \pi_1 + \beta(g_2 - y_2 \pi_2) + u$$

y reordenando,

$$l - g_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + v \quad (3)$$

donde

$$v = -\pi_1 - \beta \pi_2 y_2 + u$$

sin embargo, la ecuación (3) presenta problemas de endogeneidad, debido a que $g_2 = y_2(1 + \pi_2)$ esta correlacionado con el término $\beta \pi_2 y_2$ del nuevo término de perturbación. Este problema se puede solucionar mediante el uso de un instrumento para g_2 que esté correlacionado con y_2 , que no esté correlacionado con $y_2 \pi_2$ y que además no lo esté con los choques en la productividad (los instrumentos utilizados en las estimaciones se discuten en la sección 5.1)

De otra parte, en la ecuación (3) el error compuesto v incluye la variable del cambio en los precios de los productos viejos π_1 , en tanto que no podemos controlar los cambios en dichos precios. Sabemos que cualquier incremento en la eficiencia disminuye el costo marginal en la misma proporción. Por esta razón, si las firmas están fijando su precio de manera competitiva o si lo hacen como un margen sobre costo marginal, las variaciones en los precios tal vez serán proporcionales al incremento en la eficiencia (con

signo contrario). Esto es, que en ausencia de información sobre π_1 , lo que se identificaría sería el efecto de la innovación en los procesos sobre el empleo neto del efecto compensador de las variaciones en el precio. Por lo que, para evitar este problema, en el análisis econométrico se tomarán los índices de precios correspondientes de cada industria π como una *proxy* de π_1 .

En la práctica, lo que se estimará para corregir el problema de π_1 será:

$$l - (g_1 - \pi) = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + v \quad (4)$$

donde

$$v = -(\pi_1 - \pi) - \beta \pi_2 y_2 + u$$

En todas las regresiones incluimos un conjunto de *dummies* de industria, pero sus coeficientes se restringen a que sumen cero para preservar la interpretación de la constante.

3. Método de Bayes

Las consideraciones anteriores conllevan a estimar un modelo en el que g_2 y $l - g_1 - \pi$ se determinan en forma simultánea. Las técnicas econométricas con variables instrumentales se utilizan para evitar el sesgo de endogeneidad al incluir g_2 , que se correlaciona con el error aleatorio v y es una variable endógena. En esas técnicas los instrumentos están formados por un conjunto Z de variables correlacionadas con g_2 pero independientes del error aleatorio. La parte de la variación de g_2 correlacionada con v no puede ser utilizada para hacer inferencia de β . Así, el papel de la variable instrumental es proporcionar variación en g_2 independiente de v . Si el instrumento es débil se induce poca variación en g_2 y, por consiguiente, hay poca información en la muestra para estimar β y en el caso extremo la identificación del parámetro es inalcanzable.

En la literatura econométrica clásica se ha documentado que la presencia de instrumentos débiles causa problemas con la distribución asintótica del estimador de variables instrumentales ya que dicho estimador es la razón de momentos muestrales. En este artículo se utiliza una metodología basada en la función de verosimilitud que no emplea la aproximación asintótica y con la cual se pueden obtener inferencias más precisas. La distribución conjunta de g_2 y $l - (g_1 - \pi)$ dado Z genera el siguiente modelo:

$$g_2 = \delta Z + \varepsilon \quad (5)$$

donde la ecuación estructural es

$$l - (g_1 - \pi) = \beta g_2 + x' \gamma + v \quad (6)$$

en la que γ incluye los parámetros α_0 , α_1 y veintidós *dummies* de industria. Por su parte, x es una matriz que contiene el término constante, la *dummy* de si se introdujo innovación

en “proceso únicamente” y las veintidós *dummies* de industria. En la estimación se usa el método de Gibbs, que emplea un procedimiento iterativo que construye una secuencia dependiente de los valores de los parámetros cuya distribución converge a la distribución posterior conjunta [véase Rossi *et al.* (2005)].

Para el método de Gibbs se requieren distribuciones conjugadas *a priori* estándar sobre los parámetros, en nuestro caso,

$$\begin{pmatrix} \varepsilon \\ \nu \end{pmatrix} \sim N\left(0, \Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix}\right)$$

donde la matriz de varianzas y covarianzas multivariada, Σ , se distribuye inversa Wishart (*IW*), en la que ρ mide la correlación entre los dos errores aleatorios. Un valor alto de ρ implica alta endogeneidad (en este ejercicio el valor inicial de ρ_0 se fijó en 0,8).

$$\Sigma \sim IW(\eta_0, S_0)$$

Por su parte, el parámetro δ se distribuye

$$\delta \sim N(\bar{\delta}, A_{\delta}^{-1})$$

en el inicio se fijó un valor de parámetro bajo, lo cual implica que tenemos un instrumento débil al comienzo de la cadena. Para los parámetros β y γ tenemos:

$$\begin{pmatrix} \beta \\ \gamma \end{pmatrix} \sim N\left(\begin{pmatrix} \bar{\beta} \\ \bar{\gamma} \end{pmatrix}, A_{\beta\gamma}^{-1}\right)$$

Una vez se fijan las distribuciones conjugadas o *a priori*, el método de Gibbs determina las distribuciones condicionales de la siguiente manera:

$$\beta, \gamma | \delta, \Sigma, g_2, (l - (g_1 - \pi)), x, z$$

$$\delta | \beta, \gamma, \Sigma, g_2, (l - (g_1 - \pi)), x, z$$

$$\Sigma | \beta, \theta, \delta, g_2, (l - (g_1 - \pi)), x, z$$

Por último, a partir de las distribuciones condicionales se construyen las distribuciones marginales posteriores para cada parámetro, las cuales cumplen con la característica de estacionariedad de la cadena de Markov, lo que indica que el instrumento causa efecto sobre g_2 . Por esta razón, el instrumento utilizado (más adelante se describe el instrumento preferido) bajo este método elimina el problema de identificación que se presenta en variables instrumentales clásicas.

4. Datos

La información fue tomada de la *Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica en la industria manufacturera colombiana*, EDIT VI, para 2011-2012, y de la *Encuesta anual manufacturera (EAM)* de los mismos años. La EDIT recolecta información de todas las firmas registradas en la EAM. Esta información fue definida y depurada para mejorar la comparabilidad en términos de composición de la industria y tamaño de la cobertura; también fue limpiada de datos atípicos que puedan contaminar el análisis econométrico. El total de firmas es de 9.023. En el Cuadro 1 se presenta la distribución de las firmas de acuerdo con su clasificación en alta o baja tecnología y exportadoras o no exportadoras. Del total de firmas en la encuesta, 21,0% corresponde a firmas de alta tecnología y 16,7% a firmas exportadoras.

Cuadro 1
Porcentaje de firmas por industria

CIIU	Descripción	No exportadoras		Exportadoras	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Alta tecnología ^{a/}					
24	Fabricación de sustancias y productos químicos	509	28,0	176	9,7
29	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	453	24,9	125	6,9
31	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática	133	7,3	50	2,7
32	Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	11	0,6	5	0,3
34	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	156	8,6	51	2,8
35	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	47	2,6	10	0,5
33	Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes	65	3,6	28	1,5
Baja tecnología					
15	Elaboración de productos alimenticios y de bebidas	1.445	20,0	131	1,8
16	Elaboración de productos de tabaco	2	0	2	0
17	Fabricación de productos textiles	327	4,5	72	1
18	Fabricación de prendas de vestir; adobo y teñido de pieles	814	11,3	189	2,6
19	Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano, artículos de talabartería	302	4,2	88	1,2
20	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles	188	2,6	14	0,2
21	Fabricación de papel y de productos de papel	121	1,7	36	0,5
22	Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones	583	8,1	90	1,2
36	Fabricación de muebles; industrias manufactureras n.c.p	587	8,1	91	1,3
23	Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear	51	0,7	6	0,1
25	Fabricación de productos de caucho y plástico	600	8,3	140	1,9

Cuadro 1 (continuación)
Porcentaje de firmas por industria

CIIU	Descripción	No exportadoras		Exportadoras	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
		Alta tecnología*			
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	377	5,2	54	0,7
27	Fabricación de metales comunes	132	1,8	41	0,6
28	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	636	8,8	94	1,3

* La definición sectorial de alta tecnología se basa en aquella utilizada por Eurostat y la OCDE, estimada usando la SIIC del Reino Unido en 2007.

Fuente: cálculos de los autores.

Por otra parte, para cada variable en la muestra se puede asignar a tres grupos, de acuerdo a si la firma reporta que no ha introducido ninguna innovación, ha introducido innovación solo en procesos o si ha puesto en uso innovación en productos (las que han introducido innovación tanto en procesos como en productos, no se distinguen de las que solo implantaron innovaciones en el producto). En el Cuadro 2 se muestran las estadísticas descriptivas correspondientes a esta clasificación. Allí se observa que solo cerca del 21% de las firmas hizo innovación tecnológica entre 2011-2012. El total de firmas que innovó en producto es mayor (11,89%), al total de las firmas que innovó en proceso (9,78%). Es evidente que las firmas innovadoras tienen un mejor comportamiento en términos de crecimiento del empleo. Particularmente, esto es cierto de manera especial en el caso de las firmas innovadoras en producto. En el caso de las ventas se presenta una situación similar: las ventas de las firmas innovadoras crecen más, en específico en el caso de las firmas innovadoras en producto. Además, cabe resaltar que en el caso de estas últimas se observa un proceso de ‘canibalización’ de productos viejos. Sin embargo, el aumento notable en las ventas de los productos nuevos sugiere que el efecto compensación prevalece. La disminución en las ventas de productos viejos de las firmas innovadoras en productos nuevos se muestra desagregada por sectores en el Cuadro 3, en el cual se registra que las mayores caídas en las ventas de productos viejos de estas firmas se encuentran en sectores de baja tecnología.

Cuadro 2
Innovación en procesos y en productos, crecimiento del empleo y ventas en Colombia^{1, 2}

Número de firma	9.032
	(porcentaje)
No innovadoras	78,33
Innovadoras solo en procesos	9,78
Innovadoras en productos	11,89
<i>[Innovadoras en procesos y productos]</i>	<i>[6,94]</i>
Crecimiento del empleo	
Todas las firma	(1,24)

Cuadro 2 (continuación)

Innovación en procesos y en productos, crecimiento del empleo y ventas en Colombia^{1,2}

No innovadoras	(2,41)
Innovadoras solo en procesos	3,01
Innovadoras en productos	4,51
Crecimiento en las ventas³	
Todas la firmas	9,04
No innovadoras	7,83
Innovadoras solo en procesos	9,28
Innovadoras en productos (total)	16,74
Productos viejos	(15,01)
Productos nuevos	31,75
Crecimiento de la productividad	
Todas la firmas	3,75
No innovadoras	3,18
Innovadoras solo en procesos	2,34
Innovadoras en productos	3,52
Crecimiento de precios⁴	
Todas la firmas	(0,11)
No innovadoras	(0,11)
Innovadoras solo en procesos	(0,08)
Innovadoras en productos	(0,13)

¹ Tasas de crecimiento para el período 2011-2012.

² Firmas con más de diez empleados.

³ Crecimiento en las ventas es el promedio de la variable g y promedios para productos viejos y nuevos de las variables g_1 y g_2 , respectivamente.

⁴ Los precios se computan para el conjunto de industrias y se asigna a las firmas conforme a su actividad

Fuente: cálculos de los autores.

Cuadro 3

Crecimiento en las ventas de productos viejos de firmas innovadoras en productos (2011-2012)

CIU	Descripción	Variación porcentual
<i>Alta tecnología</i>		
2412	Abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados	(27,99)
2914	Hornos, hogares y quemadores industriales	(30)
2921	Maquinaria agropecuaria y forestal	(20,97)
2930	Aparatos de uso doméstico	(20,3)
2915	Equipo de elevación y manipulación	(25,61)
2919	Otros tipos de maquinaria	(22,24)
3190	Otros tipos de equipo eléctrico	(27,01)
3120	Aparatos de distribución y control de energía eléctrica	(18,24)
3410	Vehículos automotores y sus motores	(15,9)
3420	Carrocerías para vehículos automotores, fabricación de remolques y semirremolques	(21,79)
3530	Fabricación de otros tipos de equipos de transporte	(17,5)

Cuadro 3 (continuación)

Crecimiento en las ventas de productos viejos de firmas innovadoras en productos (2011-2012)

CIU	Descripción	Variación porcentual
Alta tecnología		
3591	Motocicletas	(18,71)
3320	Instrumentos ópticos y equipo fotográfico	(27,93)
Baja tecnología		
1593	Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas	(25,33)
1543	Alimentos para animales	(16,25)
1530	Lácteos	(15,45)
1551	Panadería y galletería	(13,62)
1541	Productos de molinería	(10,14)
1511	Conservación de carne y derivados	(9,72)
1521	Frutas, legumbres y hortalizas	(7,33)
1512	Conservación de pescado y derivados	(4,88)
1522	Aceites y grasas vegetales y animales	(3,12)
1542	Almidones y derivados	(40,67)
1741	Confección de artículos, excepto prendas de vestir.	(21,57)
1939	Fabricación de maletas, bolsos, artículos similares, de talabartería y guarnición de cualquier material	(69,12)
1926	Partes del calzado	(29,25)
2232	Fotomecánica y análogos	(54,5)
3619	Fabricación de muebles	(26,58)
3614	Colchones y similares	(24,36)
3613	Fabricación de muebles	(22,29)
2694	Cemento, cal y yeso	(21,56)
2721	Básicas de metales preciosos	(6,4)
2812	Tanques, depósitos y recipientes de metal	(36,74)
2892	Fabricación de otros productos de metal y actividades de servicios relacionadas con el trabajo de metales	(32,8)

Fuente: cálculos de los autores.

El estudio econométrico se hizo con todas las firmas y también se diferenció entre firmas de alta y baja tecnología; para ello se adoptó la clasificación de Eurostat. Adicionalmente, se analiza la generación de empleo en firmas exportadoras o no exportadoras. Por último, se compara la generación de empleo haciendo diferencia entre trabajo altamente calificado y no calificado. El primero se definió, según la clasificación de la EDIT, como aquellas personas que completaron estudios técnicos o más elevados.

4.1 Para el modelo econométrico

4.1.1 El instrumento de preferencia

Como se mencionó antes, la variable *crecimiento en las ventas por productos nuevos*, g_2 , reemplaza un término por una contraparte que incluye un término de error, w_{2t} , y no tiene en cuenta plenamente las posibles diferencias de precios de productos nuevos y viejos, lo que crea, por lo menos, un problema de correlación por error de medida. Una adecuada instrumentación de g_2 debería evitar cualquier sesgo.

Las firmas dan una serie de respuestas en la encuesta acerca del alcance de la innovación en producto. Dichas respuestas se pueden interpretar como algo que caracteriza la naturaleza de la innovación que se hace. En particular, las firmas contestan qué tan importante ha sido la introducción de innovación en producto para generar un mayor *rango de productos, una mayor participación en el mercado o una mejora en la calidad de los productos*. Las variables se codifican como cero si la innovación no es relevante para el propósito considerado, uno si el impacto de la innovación es bajo, dos si es mediano y tres si es alto. Nuestro instrumento preferido es el indicador de *incremento en el rango* (de productos). Este instrumento también resultó ser el preferido en el estudio de Harrison *et al.* (2008) para cuatro países europeos.

De un lado, el grado en el cual la innovación en producto está orientada a incrementar el rango de productos probablemente está correlacionado con el planeamiento (I&D, diseño, exploración de mercado...) y las expectativas de ventas. De otro lado, el ensanchamiento del rango de productos no implica ninguna dirección particular del cambio en precios (*incremento en su participación en el mercado* probablemente está correlacionada con precios más bajos y *la mejora de la calidad* posiblemente con precios más altos). Adicionalmente, es improbable que el *rango de productos* esté correlacionado con choques de productividad no anticipados².

También verificamos la validez del instrumento preferido en la práctica mediante el análisis de robustez que se presenta en la sección 8. Además, la estrategia econométrica utilizada en variables instrumentales garantiza la consistencia de los estimadores. Esto último porque en los métodos basados en MCO_IV, que utiliza el criterio de convergencia, no se puede garantizar la consistencia de los parámetros con instrumentos débiles. Asimismo presentamos resultados con otros instrumentos apropiados (descritos abajo). De acuerdo con las pruebas de robustez, el instrumento *incremento en el rango* es el instrumento estadístico preferido.

4.1.2 Instrumentos alternativos para probar endogeneidad

Otro instrumento que se utilizó basado en la respuesta de las firmas en la EDIT, fue la pregunta acerca de la importancia de los *clientes como una fuente de información sobre*

² Algunos instrumentos como la tasa de cambio real o si la firma es multinacional o las importaciones del sector probablemente están correlacionadas con los precios.

innovación. Aquí las firmas contestan si utilizan clientes como una fuente de información para la innovación o no. La variable toma el valor de 0 si la firma reporta que no utiliza clientes como fuente de información para la innovación, y 1, 2 o 3 si ha sido de baja, media o alta importancia. Finalmente, también se utilizó el indicador de *inversión continua en R&D* durante el período de análisis; ésta es una variable *dummy* que toma el valor de 1 si la firma reporta que realizó actividades de I&D. *A priori* estas variables son válidas y pueden estar correlacionadas tanto con el crecimiento en las ventas esperadas por nuevos productos, como con la innovación en proceso que se quiere predecir cuándo se instrumentó g_2 ($v d$).

5. Resultados

En el Cuadro 4, panel A, se encuentran los principales resultados de las estimaciones para el empleo total y el empleo calificado y no calificado. Lo primero que se observa es que el intercepto α_0 , que mide el crecimiento promedio de la productividad en la producción de productos viejos por parte de firmas que no hacen ninguna innovación, es negativo. Esto indica crecimientos en productividad importantes. Recuérdese que un coeficiente negativo de α_1 en el indicador de innovación en procesos únicamente representa un incremento adicional en productividad (y, por lo tanto, efecto desplazamiento) en la producción de productos viejos. En cuanto a los coeficientes α_1 y β que corresponden a los efectos brutos de la innovación en procesos únicamente y el efecto de la innovación en producto sobre el empleo, respectivamente. El coeficiente $\alpha_1 = 0,718$ es positivo e indica que en el efecto neto de la innovación en proceso, el aumento en la demanda por productos viejos atribuible a la disminución de costos y precios predomina sobre el efecto desplazamiento del incremento en la productividad. En el Cuadro 4, panel B, se analiza la robustez de los resultados si se incluye como un instrumento adicional la interacción entre la innovación en proceso y la innovación en producto. Como se puede observar, los resultados son robustos.

Cuadro 4

A. Efecto de la innovación en el empleo

Instrumento: incremento del rango

		Parámetro	Media	Desviación estándar	Percentil	
					5%	95%
Empleo total	Constante	α_0	(0,924)	1,653	(3,68)	1,72
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,718	0,882	(0,74)	2,14
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,329	0,077	1,2	1,5
Empleo calificado	Constante	α_0	1,634	1,42	(0,74)	3,94
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	(0,611)	0,668	(1,67)	0,53
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,299	0,058	1,2	1,4

Cuadro 4 (continuación)

A. Efecto de la innovación en el empleo

Instrumento: incremento del rango

		Parámetro	Media	Desviación estándar	Percentil	
					5%	95%
Empleo no calificad	Constante	α_0	(1,513)	1,696	(4,34)	1,33
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,868	0,974	(0,77)	2,46
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,309	0,082	1,2	1,4

B. Efecto de la innovación en el empleo

Instrumento: incremento del rango con interacción de la innovación en los procesos y el crecimiento de las ventas por nuevos productos

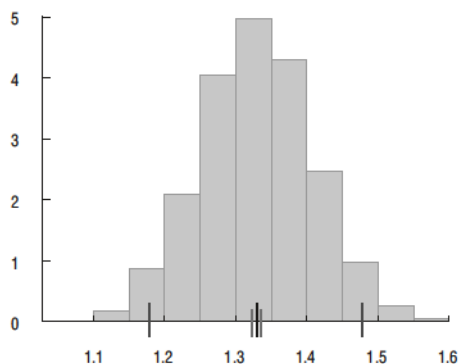
		Parámetro	Media	Desviación estándar	Percentil	
					5%	95%
Empleo total	Constante	α_0	(0,954)	1,721	(3,82)	1,78
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	1,59	0,853	0,17	3
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,278	0,07	1,2	1,4
Empleo calificad	Constante	α_0	1,557	1,442	(0,86)	3,89
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,317	0,63	(0,69)	1,33
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,237	0,051	1,2	1,3
Empleo no calificad	Constante	α_0	(1,558)	1,809	(4,58)	1,44
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	1,694	0,937	0,17	3,17
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,266	0,076	1,1	1,4

Fuente: cálculos de los autores, incluyen 21 *dummies* de industria.

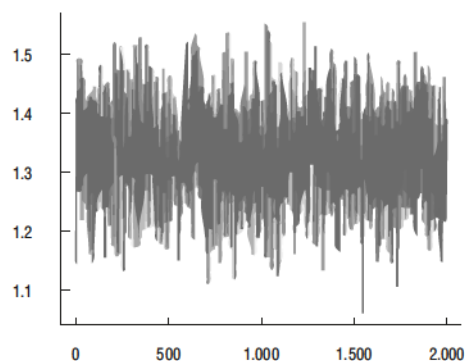
En cuanto al parámetro β , recuérdese que este mide la eficiencia relativa en la producción de productos viejos y nuevos. Este coeficiente mayor que uno indica que no hay evidencia que los productos nuevos se produzcan con mayor eficiencia que los viejos. Como se mencionó en la sección 3.3.1, cualquier endogeneidad (debido a cambio en precios no observada o correlación con los choques de productividad no-tecnológicos) tenderá a producir un sesgo hacia abajo en este parámetro. Sin embargo, como se puede observar en las estimaciones el coeficiente es mayor que uno. Para verificar la precisión en la estimación de β , en el Gráfico 1 (paneles A-C), se muestra la distribución del parámetro para el empleo total y los correspondientes gráficos de convergencia y función de autocorrelación que indican que la cadena de Markov es estacionaria (resultados similares se obtienen para todas las estimaciones).

Gráfico
Estadísticas del coeficiente β

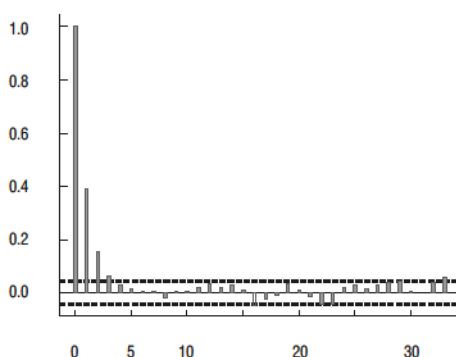
A. Distribución



B. Convergencia



C. Función de autocorrelación



Fuente: cálculos de los autores.

Al diferenciar entre empleo calificado y no calificado (siendo trabajo calificado el 30% del empleo) hay una diferencia en el signo del parámetro α_1 . En el caso del empleo calificado este es negativo, lo cual indica que el efecto desplazamiento de la innovación en proceso es mayor que el efecto positivo sobre el empleo del aumento en la demanda por disminución de precios. Por el contrario, para el caso del trabajo no calificado, el efecto compensación de la innovación en procesos es mayor al efecto desplazamiento. Ello puede deberse al hecho que en el caso del empleo calificado, las empresas con ganancias en productividad no tienden a pasar el resultado a los hogares en términos de menores precios sino que tienden a incrementar los salarios. Por su parte, la estimación del parámetro β es muy similar para los dos tipos de empleo, alrededor de 1,3, lo cual indica que no hay evidencia de ganancias de productividad ni efecto desplazamiento asociados con innovación en producto.

Siguiendo con los resultados para la industria de alta y baja tecnología, en el Cuadro 5 se observa que no existe diferencia entre los resultados para las firmas de alta y baja tecnología. Del mismo modo, en el Cuadro 6 se observa que los resultados entre las firmas exportadoras y no exportadoras son similares. Cabe resaltar que en todas las estimaciones el parámetro β fue mayor que uno y su estimación tiene una desviación estándar muy baja. Esto confirma, como se había sugerido en las estadísticas descriptivas, que hay evidencia que la innovación en producto es un determinante importante en el crecimiento del empleo en Colombia. Por el contrario, la subdivisión de la muestra en estas categorías resulta en un coeficiente α_1 con una desviación estándar muy alta, lo que hace incierto el resultado de la innovación en proceso a estos niveles.

Cuadro 5
Efecto de la innovación en el empleo por nivel tecnológico

	Parámetro	Alta tecnología				Baja tecnología			
		Media	Desviación estándar	Percentil		Media	Desviación estándar	Percentil	
				5%	95%			5%	95%
1. Instrumento: incremento del rango									
Constante	α_0	(0,282)	2,126	(3,680)	3,33	(1,423)	2,608	(5,72)	3,03
Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,248	1,843	(2,830)	3,25	0,779	1,060	(0,94)	2,51
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,169	0,115	0,980	1,36	1,425	0,099	1,27	1,59
2. Instrumento: incremento del rango con interacción de la innovación en procesos y el crecimiento de las ventas por productos nuevos									
Constante	α_0	(0,336)	2,077	(3,84)	3,11	(1,418)	2,628	(5,77)	2,84
Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,183	1,829	(2,71)	3,31	0,806	1,054	(0,85)	2,56
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,167	0,114	0,98	1,36	1,4	0,1	1,25	1,59

Fuente: cálculos de los autores, incluyen 21 *dummies* de industria.

Cuadro 6
Efecto de la innovación en el empleo: exportadoras - no exportadoras

	Parámetro	Exportadoras			No exportadoras				
		Media	Desviación estándar	Percentil		Media	Desviación estándar	Percentil	
				5%	95%			5%	95%
1. Instrumento: incremento del rango									
Constante	α_0	(0,407)	2,183	(4,1)	3,22	(1,513)	1,784	(4,48)	1,3
Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	(0,952)	1,867	(4)	2,1	1,125	1,054	(0,64)	2,8

Cuadro 6 (continuación)

Efecto de la innovación en el empleo: exportadoras - no exportadoras

	Parámetro	Exportadoras				No exportadoras			
		Media	Desviación estándar	Percentil		Media	Desviación estándar	Percentil	
				5%	95%			5%	95%
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,269	0,163	1,0	1,5	1,368	0,091	1,2	1,5
2. Instrumento: incremento del rango con interacción de la innovación en procesos y el crecimiento de las ventas por productos nuevos									
Constante	α_0	(0,426)	2,192	(4,0)	3,14	(1,524)	1,773	(4,47)	1,4
Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	(0,708)	1,819	(3,7)	2,27	2,364	0,973	0,71	3,9
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,26	0,159	1,0	1,5	1,29	0,081	1,2	1,4

Fuente: cálculos de los autores, incluyen 21 *dummies* de industria.

6. Descomposición del crecimiento del empleo

Para resumir los resultados de las regresiones es útil descomponer el crecimiento en el empleo de acuerdo con la contribución de los diversos factores, de la siguiente manera:

$$l = \sum_j (\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_{0j}) ind_j + \hat{\alpha}_1 d + [1 - 1(g_2 > 0)](g_1 - \pi_1) + 1(g_2 > 0)(g_1 - \pi_1 + \hat{\beta}g_2) + \hat{u} \quad (7)$$

Donde ind_j denota las *dummies* de la industria y $\hat{\alpha}_{0j}$ sus coeficientes estimados. Así, para una firma dada, el primer componente $\sum_j (\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_{0j})$ mide el cambio en el empleo atribuible a la *tendencia de la productividad en la producción de productos viejos* en la industria específica. El segundo componente $\hat{\alpha}_1 d$ estima el cambio en el empleo asociado al *efecto bruto de productividad del proceso de innovación* en la producción de productos viejos. El tercer componente $[1 - 1(g_2 > 0)](g_1 - \pi_1)$ corresponde a cambios en el empleo, asociados al *crecimiento de la producción de productos viejos* para firmas que no introducen productos nuevos. Finalmente, el cuarto $1(g_2 > 0)(g_1 - \pi_1 + \hat{\beta}g_2)$, provee la *contribución neta de la innovación en los productos* (es decir, después de permitir cualquier sustitución de productos nuevos por viejos a lo cual llamábamos ‘canibalización’ de productos viejos). El término de perturbación \hat{u} es el componente residual con media cero. Para cada muestra, el componente del residuo en promedio es igual a cero, por lo cual la tendencia en la producción de productos viejos se puede obtener al sustraer la suma de los otros componentes del crecimiento del empleo promedio.

Al utilizar la especificación preferida para el caso del empleo total se encuentran los resultados informados en el Cuadro 7. Allí, aplicamos esta descomposición a las cuatro muestras de las firmas manufactureras utilizando la proporción de firmas y promedios del Cuadro 2 con los coeficientes obtenidos en el Cuadro 4, panel A, para obtener las correspondientes contribuciones al crecimiento del empleo. En el Cuadro 7 se puede observar que el componente incremental de la productividad, asociada con el parámetro α_0 es la fuente principal de la caída del empleo en este período en Colombia. Las mejoras incrementales en productividad año a año en la producción de los productos existentes es una fuente importante de reducciones en los requerimientos de empleo para un nivel dado de producto. Comparado con América Latina y Europa, el signo de esta contribución es el esperado. Sin embargo, el crecimiento del efecto bruto de la innovación en los procesos en la producción de productos viejos, 0,123, compensa parcialmente la destrucción en el empleo observada (esto, como se dijo antes, puede deberse a la disminución en precios que aumenta la demanda de productos viejos). Cabe anotar que comparando con América Latina y Europa este resultado es opuesto donde el efecto desplazamiento por la innovación en proceso es el predominante. En cuanto a las firmas que no innovaron, la contribución del crecimiento del producto de los productos viejos fue muy baja. Algo similar puede decirse de la contribución al crecimiento del empleo de las firmas que innovaron en producto, pero el impacto es positivo a pesar de la contribución negativa de los productos viejos de las firmas innovadoras.

Cuadro 7
Contribución de la innovación al crecimiento del empleo

	Colombia	Argentina	Chile	Costa Rica	Uruguay	Francia	Alemania	España	Reino Unido
Crecimiento del empleo de las firma	(1,16)	(4)	(2,6)	2,7	(1,1)	8,3	5,9	14,2	6,7
Tendencia de la productividad en la producción de productos viejos	(1,383)	(0,1)	0,2	(5,5)	1,5	(1,9)	(7,5)	(5,7)	(6,8)
Efecto bruto de la innovación en procesos en la producción de productos viejos	0,123	0,1	(0,1)	0,7	(0,2)	(0,1)	(0,6)	0,3	(0,4)
Contribución del crecimiento del producto de los productos viejos	0,01	(4,6)	(1,7)	2	(2,6)	4,8	6	12,2	9
Contribución neta de la innovación en el producto	0,1	0,6	(1)	5,5	0,2	5,5	8	7,4	4,8

Cuadro 7 (continuación)

Contribución de la innovación al crecimiento del empleo

	Colombia	Argentina	Chile	Costa Rica	Uruguay	Francia	Alemania	España	Reino Unido
Contribución de los productos viejos para innovadores en productos	(19,55)	(21,1)	(6,7)	(74,5)	(8,3)	-	-	-	-
Contribución de los productos nuevos para innovadores en productos	19,7	21,7	5,7	80	8,4	-	-	-	-

Fuentes: la información sobre los países de Latinoamérica (a excepción de Colombia) proviene del estudio de Crespi *et al.* (2011).

Los datos de Argentina se toman de la *Encuesta de innovación 1998-2001*.

Los datos de Chile se toman de la regresión agrupada para las encuestas de innovación 1995, 1998, 2001 y 2007.

Los datos de Costa Rica se toman de la *Encuesta de innovación 2006-2007*.

Los datos de Uruguay se toman de la regresión agrupada para las encuestas de innovación 1998-2000, 2001-2003 y 2004-2006.

La información sobre los países de Europa proviene del sector manufacturero en el estudio de Harrison *et al.* (2008).

Los datos para los países europeos fueron tomados de Community Innovation Surveys (CIS3) entre 1998-2000.

7. Robustez de las estimaciones

Para el análisis de robustez de las estimaciones presentadas se utilizaron varios modelos con diferentes instrumentos y combinaciones de ellos. Estos se evaluaron con las pruebas estadísticas de diagnóstico de los modelos bayesianos, las cuales tradicionalmente se basan en el análisis de los gráficos de convergencia y la función de autocorrelación para examinar la calidad de la mezcla de la cadena de Markov, como se explicó en la sección 6. Así como en el caso en que se utilizó el instrumento que mide el incremento rango de bienes y servicios, la mezcla de la cadena de Markov es adecuada y en consecuencia esta converge a la distribución objetivo estacionaria. La dependencia en la cadena de Markov, medida con la función de autocorrelación, sugiere que la mezcla es la mejor en el caso del incremento en el rango.

Adicionalmente, estos gráficos se complementan con pruebas de hipótesis utilizando las siguientes estadísticas: tamaño efectivo de la muestra (TEM), eficiencia relativa del muestreador de Gibbs, error estándar numérico y el intervalo creíble. En los cuadros 8, 9 y 10 se observa que el instrumento incremento en el rango presenta un TEM grande, una eficiencia relativa baja y el error estándar numérico más bajo.

Cuadro 8
Robustez de las estimaciones (α_0)

Instrumentos	Error estándar numérico	Eficiencia relativ	TEM
a. Incremento del rango	0,033	0,703	1.800
b. Incto. rango*proceso	0,040	0,994	1.800
c. Participación en el mercado	0,039	0,909	1.800
d. Calidad	0,034	0,771	1.800
e. Incto. rango*part. mcdo.	0,036	0,824	1.800
f. Part. mercado*calidad	0,038	0,916	1.800
g. Clientes como fte. de información	0,043	1,190	900
h. Esfuerzo en I&D	0,041	1,080	900

Fuente: cálculos de los autores.

Cuadro 9
Robustez de las estimaciones (α_1)

Instrumentos	Error estándar numérico	Eficiencia relativ	TEM
a. Incremento del rango	0,021	0,874	1.800
b. Incto. rango*proceso	0,027	1,310	900
c. Participación en el mercado	0,027	1,329	900
d. Calidad	0,024	1,017	900
e. Incto. rango*part. mcdo.	0,028	1,377	900
f. Part. mercado*calidad	0,033	1,880	900
g. Clientes como fte. de información	0,019	1,100	900
h. Esfuerzo en I&D	0,024	1,570	900

Fuente: cálculos de los autores.

Cuadro 10
Robustez de las estimaciones (β)

Instrumentos	Error estándar numérico	Eficiencia relativ	TEM
a. Incremento del rango	0,003	2,949	600
b. Incto. rango*proceso	0,004	3,281	450
c. Participación en el mercado	0,004	3,141	450
d. Calidad	0,003	2,454	600
e. Incto. rango*part. mcdo.	0,003	2,656	600
f. Part. mercado*calidad	0,003	3,524	450
g. Clientes como fte. de información	0,003	2,100	600
h. Esfuerzo en I&D	0,004	2,900	600

Fuente: cálculos de los autores.

Con respecto a la robustez de las estimaciones presentadas aquí comparadas con metodologías alternativas como MCO, como se mencionó antes, si la innovación tecnológica está correlacionada con los choques de productividad w_p y, por lo tanto, correlacionados negativamente con u_p , se obtendría un sesgo hacia abajo en los coeficientes de d y de y_2 . Esto es particularmente problemático en el caso de la innovación en producto, ya que la misma estará correlacionada con los choques de productividad y surgen problemas de endogeneidad que hacen necesario el uso de variables instrumentales. La estrategia bayesiana con instrumentos utilizada en este estudio permite no solo tener estimadores consistentes, sino además considerar la incertidumbre que se tiene de la correlación entre el error aleatorio y el instrumento usado.

Para establecer la robustez de los resultados, en comparación con otros métodos econométricos alternativos, se hizo la estimación mediante MCO y los resultados se presentan en el Apéndice A. Como se aprecia allí, el resultado más sobresaliente es que el coeficiente β resulta menor que uno, lo cual es consistente con el sesgo hacia abajo producido por el problema de error-en-variable del que se habló antes. Por lo tanto, se justifica el uso de variables instrumentales.

8. Consideraciones finales

Las relaciones teóricas con respecto a la relación entre la innovación tecnológica y el empleo muestran que la innovación tecnológica puede ser una fuente de creación o de destrucción de empleo. Por consiguiente, determinar el efecto de la innovación sobre el empleo resulta ser un problema empírico.

En este documento se presenta evidencia del efecto de la innovación en el crecimiento del empleo en Colombia utilizando información a nivel de firma para el período 2011-2012. Nos basamos en un modelo estructural sencillo, pero que tiene las relaciones básicas planteadas por diversos modelos teóricos, a saber, el efecto de la innovación en proceso puede tener un efecto desplazamiento o compensación y el de la innovación en producto, cuyo efecto también puede ser positivo o negativo.

Para Colombia, lo que se observa en los datos es que tanto el crecimiento en el empleo, como en las ventas de las firmas innovadoras es mayor al de las firmas no innovadoras. Esto es particularmente cierto para el caso de las firmas innovadoras en producto. En cuanto al resultado de las estimaciones econométricas, en las cuales se utilizaron técnicas bayesianas, se encontró que el crecimiento promedio del empleo en el país está asociado positivamente con la innovación en proceso, probablemente debido a la disminución de precios que expande la demanda de productos y el empleo. De manera aún más concluyente, se encontró que la innovación en producto es una fuente importante de generación de empleo a nivel de empleo total y también cuando subdividimos la muestra entre trabajo calificado y no calificado o, firmas de alta tecnología y baja tecnología y firmas exportadoras y no exportadoras. Estos resultados sugieren alta complementariedad entre los factores de producción para el caso de Colombia.

Es importante anotar que la generación de empleo por innovación en producto cuando la firma produce más de un bien tiene dos componentes cuyo efecto va en dirección opuesta: cuando una firma expande la producción de un producto nuevo puede desplazar

la producción de productos viejos. Encontramos que en Colombia, a pesar de que las ventas de productos nuevos parecen ‘canibalizar’ las ventas de productos viejos en alguna medida, el impacto de la innovación en producto sobre el crecimiento del empleo es positivo.

Además, se debe resaltar que el alcance del documento es acerca de la relación entre innovación y empleo a nivel de firma y las conclusiones a nivel microeconómico no se pueden llevar de manera trivial al nivel agregado de la industria o del país. En particular, los efectos compensación a nivel de firma no distinguen entre el componente de pura expansión de mercado del componente de “robo-del-negocio” de firmas rivales. Sin embargo, los resultados del promedio del empleo a nivel de firma observados en el estudio ya contemplan los efectos de la demanda por “robo-del-negocio” por firmas rivales, aun si no sabemos su identidad o si se observan en esta muestra. Ello significa que, en promedio, los efectos de “robo-de-negocio” tienden a cancelarse. No obstante, esto no sucede necesariamente a un nivel más desagregado: no se puede identificar, por ejemplo, el grado en el cual la innovación por firmas innovadoras resulta en “robo-del-negocio” de firmas no-innovadoras en lugar de expansión del mercado.

Finalmente, el presente documento da algunas luces sobre las ventajas de la implementación de políticas que promuevan la innovación tecnológica no solo en términos de la generación de empleo a nivel de firma sino, además, para lograr una mejor preparación del sector industrial ante la competencia internacional en el marco de los recientes acuerdos de libre comercio. En particular, los hallazgos con respecto al bajo proceso de ‘canibalización’ de productos viejos por parte de los productos nuevos en los sectores de alta tecnología permiten concluir que en términos de competitividad los retornos de la innovación tecnológica podrían ser altos.

Referencias

- Benavente, J. M.; Lauterbach, R. (2008). “Technological Innovation and Employment: Complements or Substitutes?”, en *The European Journal of Development Research*, vol. 20, núm. 2, pp. 318-329.
- Crespi, G.; Tacsir, E. (2011). “Effects of Innovation on Employment in Latin America”, MPRA Paper 35429, University Library of Munich, Alemania.
- Entorf, H.; Pohlmeier, W. (1990). “Employment, Innovation and Export Activity: Evidence from Firm-Level Data”, en Florens, J., Ivaldi, M. y Laffont, J. (eds.), *Microeconometrics: Surveys and Applications*, pp. 394-415, Oxford.
- Grossman, G. M.; Helpman, E. (1993). *Innovation and Growth in the Global Economy*, vol. 1 of MIT Press Books, The MIT Press.
- Hall, B. H.; Lotti, F.; Mairesse, J. (2007). “Employment, Innovation, and Productivity: Evidence from Italian Microdata”, *NBER Working Papers* 13296, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Harrison, R.; Jaumandreu, J.; Mairesse, J.; Peters, B. (2008). “Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Micro-Data from Four European Countries”, *NBER Working Papers* 14216, National Bureau of Economic Research, Inc.

- Klette, J.; Forre, S. E. (1998). "Innovation and Job Creation in a Small Open Economy: Evidence from Norwegian Manufacturing Plants 1982-92", en *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 5, núms. 2-4, pp. 247-272.
- Rossi, P.; Allenby, G.; McCulloch, R. (2005). *Bayesian Statistics and Marketing*. Wiley Series in Probability and Statistics, JWS.
- Salter, W. (1966). *Productivity and Technical Change*, Cambridge: Cambridge University Press, 2ª ed.
- Van Reenen, J. (1997). "Employment and Technological Innovation: Evidence from U. K. Manufacturing Firms", en *Journal of Labor Economics*, vol. 15, núm. 2, pp. 255-284.

Apéndice A

Regresiones adicionales

A.1 Regresión MCO

En esta especificación se hizo la estimación de la regresión básica mediante MCO. Los resultados se presentan en el Cuadro A1. En comparación con la estimación del Cuadro 4, para el caso del empleo total, el coeficiente α_1 de *innovación en proceso únicamente* sigue siendo positivo, lo que representa que no hay incrementos adicionales en productividad en la producción de productos viejos y, por lo tanto, el empleo ha aumentado al disminuir los costos y precios. Pero el cambio más notorio es que la estimación mediante instrumentos del Cuadro 4 del coeficiente β de crecimiento en las ventas debido a productos nuevos es mayor que el estimado aquí mediante MCO, lo cual es consistente con la corrección esperada del sesgo hacia abajo del problema de error-en-variable.

A.2 Especificaciones alternativas de innovación en proceso

Hasta el momento, se hizo el supuesto que toda la innovación en proceso de los innovadores en producto se relaciona con la introducción de productos nuevos. En esta sección se consideran dos extremos alternativos para el modelo. En los paneles A y B del Cuadro A2 se presenta la estimación bayesiana para una especificación que supone que toda la innovación en proceso de los innovadores en producto corresponde a la producción de productos viejos, y para una especificación que supone que toda ella corresponde a la producción de productos nuevos y la cual tiene un efecto adicional.

El coeficiente del indicador innovación en proceso y producto en el panel A es positivo, lo que sugiere que la innovación en proceso de los innovadores en producto está asociada con crecimiento en el empleo en la producción de los productos viejos (o crecimientos de productividad más lentos). Sin embargo, al comparar estos resultados con la estimación del Cuadro 4, se observa que mientras el coeficiente de *innovación en proceso únicamente* aumenta, el coeficiente de crecimiento en las ventas debido a productos nuevos es un poco más pequeño, lo que sugiere un crecimiento en el empleo más bajo, asociado con la producción de productos nuevos.

La hipótesis alternativa que la innovación en proceso de los innovadores en producto está, en efecto, asociada con la producción de productos nuevos se prueba en el panel B del Cuadro A2 e incluye una variable en la que interactúa el indicador de *innovación en proceso* con el de *crecimiento en las ventas debido a nuevos productos*. Esto permite que la productividad relativa promedio en la producción de productos viejos y nuevos sea diferente para firmas que también introdujeron innovaciones en proceso. El estimativo es positivo, lo que sugiere que los productos nuevos están asociados con algún aumento de productividad para firmas que de igual modo introdujeron innovación en proceso

Anexo

Cuadro A1
Regresión MCO: empleo total

		Estimador	Desviación estándar	Estadístico <i>t</i>	<i>Pr</i> ($> t $)
Constante	α_0	0,45691	2,60989	0,175	0,861
Innovación en procesos únicamente (<i>d</i>)	α_1	3,57486	0,86771	4,12	3,86e-0,5 ^(***)
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (<i>g</i> ₂)	β	0,82701	0,02346	35,249	<2e-165 ^(***)
Desviación estándar	24,18				
Número de firma	8.681				

Fuente: cálculos de los autores, incluyen 21 *dummies* de industria.

Cuadro A2
Supuestos alternativos sobre la innovación en procesos: empleo total

Variable dependiente: <i>l - g</i> ₁	<i>A</i> ¹					<i>B</i> ²			
	Parámetro	Media	Desviación estándar	Percentil		Media	Desviación estándar	Percentil	
				5%	95%			5%	95%
Constante	α_0	(1,01)	1,70	(3,91)	1,84	(0,92)	1,66	(3,64)	1,65
Innovación en procesos únicamente (<i>d</i>)	α_1	1,46	1,00	(0,25)	3,08	1,24	0,91	(0,24)	2,67
Innovación en procesos y productos		3,90	1,30	1,81	5,96				
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (<i>g</i> ₂)	β	1,20	0,09	1,00	1,30	1,30	0,07	1,20	1,40
Crecimiento en las ventas debido a productos nuevos X Innovación en procesos						0,52	0,47	(0,24)	1,31

¹ El instrumento utilizado corresponde a *incremento del rango*.

² Los instrumentos utilizados son *incremento del rango* e *incremento del rango* interactuado con *innovación en procesos*.

Fuente: cálculos de los autores, incluyen 21 *dummies* de industria.

4. Productividad y participación en el mercado exportador: evidencia del caso colombiano*

**Camila Casas
Federico J. Díez
Alejandra González****

La productividad total de los factores (PTF) y el acceso a los mercados extranjeros suelen ser considerados como dos variables fundamentales para impulsar el crecimiento económico [véase, por ejemplo, Edwards (1998) y Wacziarg y Welch (2008)]. El presente artículo analiza la relación entre la productividad y las decisiones de participación en el mercado exportador por parte de las firmas manufactureras. Comprender la relación entre estas dos variables es de vital importancia para el estudio y el diseño de políticas económicas enfocadas en alcanzar un crecimiento económico alto y sostenible en el largo plazo.

Nuestro análisis combina dos bases de datos que permiten observar información detallada de las ventas, insumos y exportaciones de las empresas colombianas en el período 2005-2013. Procedemos en dos etapas. En primer lugar, utilizamos los datos sobre producción e insumos para recuperar la productividad no observada de cada firma, siguiendo las metodologías propuestas por Akerberg, Caves y Frazer (2015), Gandhi, Navarro y Rivers (2017) y Levinsohn y Petrin (2003). En segundo lugar, combinamos las estimaciones de productividad con los datos de aduana de las exportaciones por firma. En particular, vinculamos la PTF de la firma con su correspondiente estatus como exportador, la intensidad exportadora y el número y los tipos de mercados de destino y de mercancías exportadas.

Los resultados obtenidos se pueden resumir de la siguiente manera. En primer lugar, la productividad parece estar fuertemente asociada con una mayor probabilidad de

* Las opiniones aquí expresadas pertenecen a los autores y no implican acuerdo por parte de otros miembros del equipo de investigación o miembros de la Junta Directiva del Banco de la Reserva Federal de Boston, del sistema de la Reserva Federal, del Banco de la República, o de su Junta Directiva. Agradecemos a Stefany Moreno, quien colaboró durante las primeras etapas de este proyecto. Todos los posibles errores son nuestros. Los autores son, en su orden, investigadora junior del Centro de Estudios sobre Economía Industrial de la sucursal de Cali, Banco de la República; Banco de la Reserva Federal de Boston; profesional especializada de la sucursal de Cali, Banco de la República.

que una empresa sea exportadora¹. En segundo lugar, consistente con el resultado anterior, encontramos que los exportadores tienen una prima de productividad (es decir, una mayor PTF) sobre los no exportadores: dependiendo de la metodología utilizada para estimar la productividad, la prima promedio estimada puede llegar a ser tan alta como 85%. En tercer lugar, también encontramos que hay diferencias significativas en el grupo de exportadores; por ejemplo, la prima para las empresas que exportan todos los años está por encima del 100%, mientras que para las empresas que dejan de exportar en algún momento la prima es insignificante (e incluso negativa). En cuarto lugar, demostramos que existe una relación positiva entre la productividad y el número de destinos de exportación, así como con el número de productos exportados por la firma. No obstante, no encontramos relación alguna entre la productividad y el tipo de destino o de bienes exportados. Por último, al analizar la relación dinámica entre productividad y el estatus exportador de la firma encontramos evidencia de que los futuros exportadores exhiben una mayor productividad, incluso desde antes de exportar, y hallamos evidencia débil de “aprendizaje por exportar”.

Este artículo está relacionado con la literatura sobre organización industrial y comercio internacional. Metodológicamente, se relaciona con la literatura sobre la estimación estructural de funciones de producción y la productividad total de los factores no observada. Nuestra estrategia para estimar la productividad a nivel de firma se basa tanto en los métodos *proxy* propuestos por Olley y Pakes (1996), Levinsohn y Petrin (2003), y Akerberg, Caves y Frazer (2015), como en el método de la ecuación de participación propuesto por Gandhi, Navarro y Rivers (2017). Estos documentos proporcionan las bases para recuperar la productividad no observada.

Nuestro trabajo también está relacionado con la extensa literatura que explica las decisiones de exportación de una firma, en particular con los estudios sobre la relación entre su productividad y su participación en los mercados internacionales. Varios de ellos encuentran una correlación positiva entre la PTF y el estatus exportador. Por ejemplo, utilizando datos de Eslovenia, De Loecker (2007) constata que las empresas que deciden exportar aumentan su productividad. Otros estudios encuentran resultados similares utilizando datos de Taiwán y Corea (Aw, Chung y Roberts, 2000), Chile (Pavcnik, 2002), y los países de África subsahariana (Van Biesebroeck, 2005)².

Además de los estudios de participación en el mercado extranjero, hay trabajos que estudian la relación entre la productividad y la intensidad exportadora, con resultados variados. Por ejemplo, Baldwin y Gu (2003) encuentran que una mayor intensidad exportadora está asociada con un mayor crecimiento de la productividad de empresas canadienses. En contraste, Aw, Chung y Roberts (2000) encuentran que para empresas de Taiwán y Corea, las diferencias en la intensidad de las exportaciones no están asociadas con diferencias importantes en la productividad. Por último, Crinò y Epifani (2012), usando

¹Aunque la mayor parte de los resultados presentados los obtenemos utilizando estimaciones de la PTF a partir del método propuesto por Akerberg, Caves y Frazer (2015), las conclusiones principales son robustas a otras estimaciones de la PTF.

²Nos enfocamos en los estudios que estiman la productividad a nivel de la firma empleando modelos estructurales. Para una revisión detallada de la literatura sobre la relación entre el comercio y la productividad con estimaciones de productividad no estructurales, véase Wagner (2007).

datos de empresas italianas, encuentran que la correlación entre la intensidad exportadora y la PTF aumenta con el ingreso del país de destino.

Por último, este artículo también se relaciona con una serie de documentos que se han enfocado específicamente en el sector manufacturero colombiano. En este caso, la evidencia empírica apunta en una dirección similar a la de los hallazgos para los otros países mencionados. Clerides, Lach y Tybout (1998) estudian la relación causal entre la productividad y la intensidad exportadora de una empresa, y comprueban que las empresas más eficientes se autoseleccionan como exportadoras. Siguiendo el modelo presentado por Clerides, Lach y Tybout (1998), López (2006) encuentra que los exportadores son más productivos *ex ante*, y que la productividad de las empresas exportadoras aumenta con la exposición a los mercados internacionales. Meléndez y Seim (2006) estudian el impacto de las políticas de liberalización del comercio sobre la productividad, y encuentran que la productividad del sector manufacturero agregado aumenta como resultado de la reasignación de la producción hacia empresas en los sectores altamente productivos, y del ingreso de plantas nuevas y más productivas. Del mismo modo, Echavarría, Arbeláez y Rosales (2006) encuentran que la productividad total de los factores aumentó con la liberalización comercial, ya que ésta permitió el avance tecnológico de las empresas que participan en los mercados extranjeros. Otros estudios que analizan las causas de esta relación positiva entre productividad y estatus de exportación incluyen Fernandes e Isgut (2005), Eslava *et al.* (2004) y Parra Oviedo (2003).

A pesar de la vasta literatura que apoya la hipótesis sobre la prima de productividad de los exportadores, Rivers (2010) señala que esta prima depende de la estrategia de estimación adoptada para recuperar la productividad no observada. Siguiendo la metodología propuesta por Gandhi, Navarro y Rivers (2017), el autor estima la PTF de empresas manufactureras colombianas en el sector de la confección de prendas de vestir para el período comprendido entre 1981 y 1991, y encuentra que, una vez se corrigen los sesgos de simultaneidad y de precios no observados, la diferencia entre los exportadores y no exportadores no es estadísticamente diferente de cero. Sin embargo, vale la pena señalar que estas estimaciones abarcan un período anterior a la liberalización comercial y que sus resultados son específicos a un sector de la industria manufacturera.

Este artículo contribuye de varias formas a la literatura recién descrita. En primer lugar, evaluamos la sensibilidad de la prima de productividad de los exportadores a la metodología empleada para recuperar la PTF. Tanto Rivers (2010) como Gandhi, Navarro y Rivers (2017) sostienen que la heterogeneidad en la productividad entre los exportadores y no exportadores disminuye de manera considerable (y en algunos casos desaparece por completo) una vez que se estima correctamente la función de producción. En este documento estimamos la productividad a nivel de la firma siguiendo diferentes metodologías (incluyendo la propuesta por estos autores), y la correspondiente prima de productividad de los exportadores. Encontramos que las empresas exportadoras son, en promedio, más productivas que las no exportadoras, independientemente de la forma en que se estime la PTF. De esta manera, ofrecemos evidencia de que la prima de los exportadores es robusta a la metodología empleada para la estimación de la PTF.

La segunda contribución de este artículo es presentar estimaciones actualizadas tanto de la productividad como de su relación con las decisiones de exportación de las empresas. Los documentos mencionados previamente estudian períodos anteriores, sobre todo

la década de 1990 y hasta los primeros años de la década de 2000. No obstante, Carranza y Moreno (2013) muestran que el comportamiento del sector manufacturero colombiano cambió significativamente durante la década de 2000. Por lo tanto, al utilizar datos más recientes hasta 2013, podemos reevaluar los resultados encontrados anteriormente en las condiciones actuales del sector manufacturero.

Por último, el documento también contribuye a la literatura mediante el análisis de los diferentes aspectos de las decisiones de las empresas exportadoras. Además de mirar la ya ampliamente estudiada relación entre el estatus exportador y la productividad, aprovechamos los abundantes datos comerciales para estudiar cómo esta relación cambia entre los diferentes tipos de exportadores. En particular, analizamos aspectos que no han sido estudiados tan a fondo en la literatura tales como intensidad exportadora, frecuencia exportadora, y el número y tipo de productos y países de destino. Por lo tanto, contribuimos a la literatura destacando no solo las diferencias entre los exportadores y no exportadores, sino también las diferencias existentes dentro del grupo de los exportadores.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. La sección 1 describe cómo se recolectaron los datos y presenta las características descriptivas de nuestra muestra. La sección 2 describe los detalles técnicos de la estimación de la productividad. La sección 3 estudia la relación básica entre la productividad de la firma y su decisión de participar en el mercado exportador. La sección 4 estudia las diferencias dentro del grupo de los exportadores en función de la frecuencia con la que exportan, y el número y los tipos de mercados y de productos exportados. La sección 5 analiza la relación entre las decisiones exportadoras y la evolución en el tiempo de la productividad de la firma. La sección 6 ofrece una evaluación sobre la relación entre la apertura al comercio internacional y la productividad. Finalmente, la sección 7 presenta las conclusiones.

1 Los datos

1.1 Fuentes de datos

El análisis combina dos bases de datos a nivel de firma: una contiene información detallada del balance general y variables operacionales, mientras que la otra contiene información sobre la participación de las empresas en el mercado extranjero. A continuación se describe cada una de las dos bases de datos.

La información sobre la producción y el consumo de insumos de las firmas que empleamos en nuestras estimaciones de productividad proviene de la Superintendencia de Sociedades, organismo encargado de su supervisión. Específicamente, los datos provienen del Sistema de Información y Riesgo Empresarial (Sirem). Los datos son recolectados anualmente y son autorreportados por las empresas. Tenemos acceso a información pública, como los balances, y a los datos confidenciales incluidos en los anexos³. Estas variables incluyen los ingresos obtenidos por la venta de cada producto, la utilización de las materias primas, las inversiones, el acervo de capital y el número de empleados y la

3Obtuvimos acceso a los datos confidenciales a través del Banco de la República

nómina desglosados por ocupación (ejecutivos, administrativos y obreros de producción) y tipo de contrato (permanente o temporal). Adicionalmente, la información disponible permite distinguir si la empresa es una empresa independiente, una filial o una casa matriz con afiliadas o si forma parte de un conglomerado, y su ubicación geográfica

Los datos sobre comercio internacional provienen de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia (DIAN) y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Tenemos acceso a estos datos mediante el sistema de información económica Serankua del Banco de la República. Estos datos, que agregamos cada año, incluyen la identificación tributaria de la empresa exportadora, el código de producto de diez dígitos (de acuerdo con el sistema de clasificación Nandina, basado en el Sistema Armonizado), el valor exportado (en dólares de los Estados Unidos), y el país de destino, entre otros detalles. Así, la información que observamos para cada firma exportadora es más detallada que la que normalmente está disponible en otras bases de datos.

1.2 Descripción de los datos

Los datos del Sirem incluyen información de las empresas en varios sectores económicos. En este documento nos concentraremos únicamente en las firmas manufactureras, excluyendo los fabricantes de coque, productos refinados del petróleo y combustibles nucleares y de metales básicos (los cuales incluyen metales como oro, plata, platino y níquel)⁴. Los datos abarcan el período 2005-2013.

Dado nuestro énfasis en el sector manufacturero, el primer paso fue definir con precisión qué empresas serían consideradas como manufactureras. Este paso es pertinente para firmas multiproducto que no se limitan a la industria manufacturera.

Para definir si clasificamos a una firma como manufacturera, partimos de los datos de ingresos a nivel de producto⁵. En este estudio consideramos como manufactureras solo a aquellas firmas que reportaron ingresos positivos por la venta de productos manufacturados (según la clasificación CIIU) en todos los años en los que cada firma aparece en la muestra.

Dada la presencia de empresas que fabrican múltiples productos, el segundo paso consistió en decidir cómo asignar cada una a determinado sector manufacturero⁶. Una vez más, se usó la información sobre los ingresos por producto, y se asignó cada firma al sector que incluye el producto que generó el mayor ingreso en todo el período de la muestra. Es decir, agregamos el ingreso por producto (deflactado) para el período 2005-2013 y asignamos la empresa al sector manufacturero que tuviera la participación más alta en el ingreso total.

⁴En la literatura es habitual centrarse en las empresas manufactureras puesto que son las que producen bienes transables distintos a los *commodities*. No se incluyeron sectores como los de servicios y construcción porque (evidentemente) no tienen la posibilidad de exportar. Los sectores agrícola y minero sí exportan, pero como son productores de bienes básicos, sus dinámicas pueden ser diferentes a las de las empresas manufactureras. Por esta misma razón, se excluyen las empresas clasificadas en los dos sectores de la industria manufacturera mencionadas anteriormente.

⁵En el anexo sobre ingresos operacionales, los productos son definidos de acuerdo con la clasificación CIIU (Revisión 3.1), a 4 dígitos de agregación.

⁶Por sector nos referimos específicamente a un sector industrial a 2 dígitos de agregación según la clasificación CIIU. En el Cuadro 1 se describen todos los sectores manufactureros incluidos.

Cuadro 1
Códigos sectoriales (clasificación CIIU, *evisión 3.1*)

Código	Descripción
15	Elaboración de productos alimenticios y bebidas.
16	Elaboración de productos de tabaco.
17	Fabricación de productos textiles.
18	Fabricación de prendas de vestir; adobo y teñido de pieles.
19	Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano, artículos de talabartería y guarnicionería, y calzado.
20	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables.
21	Fabricación de papel y de productos de papel
22	Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones
23	Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclea
24	Fabricación de sustancias y productos químicos
25	Fabricación de productos de caucho y plástico
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
27	Fabricación de metales comunes
28	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
29	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.
30	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informatic
31	Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p.
32	Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones
33	Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes
34	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
35	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
36	Fabricación de muebles; industrias manufactureras n.c.p.

Con el subconjunto de empresas manufactureras claramente definido, el último paso consistió en limpiar los datos, pues los datos originales del Sirem contienen un gran número de inconsistencias y valores omitidos. El proceso de limpieza incluyó eliminar las observaciones para las cuales las tasas de crecimiento de las variables relevantes eran exorbitantes (tal vez debido a la confusión de miles con millones de pesos, o al número de trabajadores con el valor de la nómina), así como interpolaciones ocasionales cuando faltaba una variable específica para un solo año ⁷.

Una vez excluidas las observaciones para las cuales faltaban los valores de alguna de las variables de interés, la base de datos resultante contiene 26.132 observaciones

⁷Para conocer los detalles sobre el proceso de limpieza de datos consúltese el Apéndice.

firma-año, correspondientes a más de 4.000 empresas. Esta es la muestra que empleamos para todas las estimaciones.

El Cuadro 2 presenta algunas estadísticas descriptivas de la muestra. En la primera columna se observa que, en promedio, contamos con alrededor de 2.900 firmas manufactureras por año. La siguiente columna presenta el porcentaje de empresas exportadoras, que varía entre 46% y 52%. En el resto de las columnas reportamos, para la firma promedio, el ingreso, el capital, el valor de las materias primas utilizadas, el número de trabajadores empleados y el porcentaje de ellos dedicados directamente a actividades productivas. En promedio, la firmas manufactureras tienen ingresos de 29,5 miles de millones de pesos, capital por 16 mil millones, utilizaron materias primas por 12,7 mil millones, y 160 trabajadores, de los cuales el 55% están relacionados directamente con la producción⁸.

Cuadro 2
Estadísticas descriptivas para la industria manufacturera agregada

	Empresas	Exportadoras	Ingresos	Capital	Materias primas	Trabajadores	Trabajadores de producción
	(número)	(porcentaje)		(COP)		(número)	(porcentaje)
2005	2.832	51,7	25,4	11,4	11,6	146,7	58,9
2006	3.275	49,8	25,4	10,7	11,4	142,3	59,0
2007	2.860	51,1	30,1	14,6	13,3	162,3	57,9
2008	2.805	51,3	29,9	16,3	12,9	167,6	54,8
2009	3.001	48,2	26,9	15,4	11,4	150,0	54,8
2010	2.888	48,5	29,2	17,6	12,4	154,9	55,2
2011	2.979	46,1	30,2	17,9	12,7	160,3	54,3
2012	2.848	46,8	32,0	18,9	13,3	170,6	52,6
2013	2.644	48,1	35,9	21,3	14,8	179,4	51,1
Promedio	2.904	49,1	29,5	16,0	12,7	159,3	55,4

Nota: no se incluyen fabricantes de coque, productos refinados del petróleo, combustible nuclear y metales básicos. El signo COP corresponde a miles de millones de pesos colombianos de 2005.

Fuentes: Sirem, DIAN y DANE; cálculos de los autores.

En el Cuadro 3 presentamos estadísticas análogas, desglosadas por sector y promediadas en el tiempo⁹. Del cuadro es evidente que existe una gran heterogeneidad entre los sectores. Adicionalmente, no encontramos una relación clara entre el tamaño de la firma promedio de un sector (medido con el ingreso o el número de trabajadores) y el porcentaje

⁸Los valores de ingreso, capital y materias primas están expresados en miles de millones de pesos colombianos de 2005. Cada variable fue deflactada utilizando un deflactor de variable específico

⁹Hay tres ramas de actividad para las que tenemos muy pocas observaciones: CIIU 16 (tabaco), CIIU 30 (productos para oficinas e informática) y CIIU 32 (equipos de radio, televisión y comunicaciones). Con el objeto de no revelar información confidencial, no reportamos las estadísticas correspondientes a estos sectores.

de firmas exportadoras. Por ejemplo, los fabricantes de productos alimenticios y bebidas (CIIU 15) y los de vehículos automotores (CIIU 34) tienen un promedio de ingresos similares, pero el porcentaje de firmas exportadoras es el doble en el segundo sector. Además, alrededor de un tercio de las empresas del CIIU 20 (productos de madera) son exportadoras, pero este es el sector con menor ingreso promedio. De manera similar, los sectores CIIU 15 (alimentos y bebidas) y CIIU 21 (papel) tienen fuerzas laborales parecidas en tamaño, pero en el caso del primero, menos del 30% de las empresas son exportadoras mientras que en el segundo los exportadores representan más del 60% de las firmas, una proporción similar a la del CIIU 36 (muebles), un sector que emplea menos de la mitad de trabajadores.

Cuadro 3
Estadísticas descriptivas, por sector

Sector	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25
Firmas (número)	500	2	154	252	76	44	61	220	349	330
Exportadoras (porcentaje)	27,3	-	54,8	59,9	64,3	33,1	62,0	38,3	55,6	55,0
Ingresos (COP)	50,9	-	17,8	14,0	12,2	6,7	64,0	13,9	49,4	16,9
Capital (COP)	29,0	-	11,3	5,1	3,6	6,8	52,8	9,1	22,9	11,4
Materias primas (COP)	26,8	-	6,6	3,9	3,5	1,9	27,1	3,4	18,5	6,8
Trabajadores (número)	226,1	-	170,2	199,9	156,0	81,5	227,8	117,1	163,7	114,0
Trabajadores de producción (porcentaje)	51,7	-	71,0	59,7	62,8	65,9	57,4	36,6	39,9	64,9
Sector	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Firmas (número)	137	239	94	3	53	2	15	105	11	257
Exportadoras (porcentaje)	38,5	49,3	69,4	-	63,0	-	51,4	66,2	56,2	53,1
Ingresos (COP)	30,2	17,1	20,0	-	30,6	-	8,4	51,8	161,3	14,4
Capital (COP)	34,7	9,0	7,8	-	11,5	-	7,3	10,8	25,2	5,8
Materias primas (COP)	8,4	9,3	8,3	-	11,5	-	2,4	26,6	53,1	6,3
Trabajadores (número)	165,7	100,5	152,1	-	173,9	-	108,6	181,9	489,4	102,5
Trabajadores de producción (porcentaje)	64,3	63,1	64,5	-	50,4	-	66,8	69,0	45,9	56,1

Nota: el signo COP corresponde a miles de millones de pesos colombianos de 2005.

Fuentes: Sirem, DIAN y DANE; cálculos de los autores.

1.3 Representatividad de los datos

A continuación comparamos los datos tomados del Sirem con los de otras fuentes con el fin de evaluar su representatividad. Esto es particularmente importante teniendo en cuenta la novedad de la base de datos utilizada, y que los datos del Sirem no están basados en un censo ni provienen de una encuesta aleatoria. Aún así, como mostramos más adelante, los datos utilizados para nuestro análisis representan una gran parte del universo de las empresas manufactureras en Colombia.

En particular, comparamos los datos del Sirem con dos fuentes alternativas. En primer lugar, con los datos de cuentas nacionales que corresponden a las estimaciones agregadas

oficiales para la industria manufacturera. En segundo lugar, con la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) que recopila anualmente el DANE. La base de datos de la EAM contiene un amplio conjunto de variables que permiten caracterizar el comportamiento de las empresas de manera similar a los datos del Sirem. Sin embargo, para este estudio utilizamos los datos del Sirem debido a que los de la EAM no pueden combinarse con la información detallada de aduanas y una de nuestras contribuciones es el estudio de la relación entre productividad y diferentes aspectos de las decisiones exportadoras de una empresa (por ejemplo, intensidad de la exportación, productos exportados, destinos).

En el Cuadro 4 presentamos los datos del Sirem junto con los de estas dos fuentes alternativas¹⁰. Dado que cada base de datos contiene variables diferentes, solo podemos comparar los niveles de ingreso y el número de trabajadores permanentes¹¹. No obstante, estas dos variables son de las más importantes para nuestro estudio. Como puede verse, la muestra cubre más de la mitad de todos los ingresos manufactureros según las cuentas nacionales (CN) y casi dos tercios de la producción medida en la EAM. En términos de empleo, para lo cual solo podemos comparar los datos del Sirem con los de la EAM, nuestra muestra abarca en promedio más del 90% de los trabajadores permanentes incluidos en la EAM. Por lo tanto, con base en la información contenida en el Cuadro 4 se puede concluir que nuestros datos representan adecuadamente a la industria manufacturera colombiana.

Cuadro 4
Sirem vs. fuentes de datos alternativas

	Ingresos			Trabajadores permanentes	
	Muestra (COP)	CN (porcentaje)	EAM (porcentaje)	Muestra (número)	EAM (porcentaje)
2005	75.560,3	49,6	64,0	281.992	86,2
2006	87.711,6	54,0	68,7	319.693	96,0
2007	89.467,9	51,4	65,7	339.697	97,4
2008	90.213,1	51,5	66,9	340.276	93,6
2009	86.234,3	51,8	65,5	335.443	90,9
2010	90.680,9	53,1	65,6	320.843	84,8
2011	97.606,7	54,2	59,9	342.733	88,8
2012	98.048,3	54,2	60,8	370.510	95,7

Nota: con el fin de obtener muestras comparables, los datos incluyen empresas fabricantes de coque, refinados del petróleo, combustible nuclear y metales básicos. COP: pesos colombianos. Corresponde a miles de millones de pesos colombianos de 2005.

Fuentes: Sirem, DIAN y DANE; cálculos de los autores.

¹⁰ Para las comparaciones utilizamos información de todos los sectores industriales (incluyendo CIIU 23, coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear, y CIIU 27, metales básicos) porque no hay una correspondencia uno-a-uno entre los códigos CIIU y los códigos de sector utilizados en la información de las cuentas nacionales. Por lo tanto, no podemos excluir a estos dos sectores de los totales de la industria. Al incluir a las empresas de estos sectores, la muestra aumenta a 26.887 observaciones (4.990 empresas).

¹¹ Para el caso de los ingresos comparamos, específicamente, el valor estimado de la producción de la industria manufacturera (cuentas nacionales), el valor de la producción (EAM) y los ingresos operacionales (Sirem). En todos los casos, las variables se expresan en miles de millones de pesos colombianos de 2005.

2. Estimaciones de productividad

El primer paso para la estimación de la PTF a nivel de firma es la estimación de una función de producción. Esta función relaciona insumos con productos, y la productividad es una medida de la producción por unidad de insumos consumidos. Las estimaciones de funciones de producción, sin embargo, presentan una dificultad fundamental: si los choques de productividad no observados se correlacionan con el consumo de insumos de la firma, entonces las técnicas econométricas estándar arrojarán estimaciones sesgadas de los coeficientes de la función de producción, lo que afecta las estimaciones de la PTF.

Dos posibles métodos para controlar este problema de endogeneidad son el de efectos fijos y el de variables instrumentales. Sin embargo, estos enfoques no han producido resultados satisfactorios (véase Akerberg *et al.* 2007 para una revisión del tema). Más recientemente se han propuesto dos algoritmos como alternativas. El primero, propuesto originalmente por Olley y Pakes (1996), se basa en un modelo de comportamiento de la firma que determina tanto la demanda de insumos como las decisiones de cierre, y utiliza la demanda de insumos (observada) de una empresa como *proxy* para los choques de la productividad (no observados por los econométristas). Si se invierte la función de demanda de insumos es posible expresar la productividad como una función solo de variables observables y controlar la endogeneidad en la función de producción. Este enfoque es modificado por Levinsohn y Petrin (2003) y por Akerberg, Caves y Frazer (2015). El segundo algoritmo, propuesto por Gandhi, Navarro y Rivers (2017), utiliza la información implícita en el problema de optimización de la firma¹². La condición de primer orden puede transformarse para expresar la participación de los insumos intermedios sobre el total de ingresos como función del capital y la mano de obra, de tal manera que es posible eliminar el término de productividad del procedimiento de estimación y recuperar los parámetros subyacentes de la función de producción.

En este artículo seguimos a Akerberg, Caves y Frazer (2015), Levinsohn y Petrin (2003), y Gandhi, Navarro y Rivers (2017) para obtener diferentes estimaciones de la PTF a nivel de firma. Para la mayoría de nuestros ejercicios empíricos utilizamos las estimaciones obtenidas con el método de Akerberg, Caves y Frazer (2015). Elegimos este método como referencia pues es el único que nos permite estimar con precisión coeficientes específicos para cada sector¹³. No obstante, repetimos los principales ejercicios utilizando las medidas de productividad obtenidas con los diferentes métodos de estimación, utilizando una especificación que agrupa a todos los sectores manufactureros¹⁴. Como se muestra en las siguientes secciones, las principales conclusiones del trabajo son robustas a las diferentes estimaciones de productividad.

¹² Maximización de ganancias o minimización de costos.

¹³ Estimamos funciones de producción independientes para todos los sectores, excepto 16, 32, 33 y 35 (los más pequeños). Agrupamos los sectores 29-31 en un gran sector de “maquinaria y equipos” ya que no siempre es posible estimar con precisión el coeficiente de trabajo para el sector 31 (y el sector 30 es demasiado pequeño para ser incluido por sí mismo).

¹⁴ Para el caso del método propuesto por Levinsohn y Petrin, estimamos la PTF dos veces, utilizando tanto el valor de la producción bruta como el valor agregado como una medida del producto en la función de producción.

En el Gráfico 1 presentamos la evolución de la PTF estimada para el sector manufacturero agregado (línea negra sólida) y para los sectores con mayor número de firmas (líneas punteadas). Con el fin de obtener una medida agregada de productividad, tomamos el promedio de las estimaciones a nivel de firma, ponderándolas con el ingreso correspondiente. A continuación normalizamos las estimaciones resultantes, de modo que el valor del índice de la PTF para el sector manufacturero agregado sea igual a 100 en 2005. En el gráfico se puede ver que hay una gran heterogeneidad entre sectores. Por ejemplo, los valores de la PTF para prendas de vestir (CIU 18) estuvieron sistemáticamente por encima del valor total, mientras que para el caso de otros sectores como alimentos y bebidas (CIU 15) y productos químicos (CIU 24) los valores de la PTF estuvieron sistemáticamente por debajo del nivel general. Además, los valores para los productos de caucho y plástico (CIU 25) se mantuvieron cercanos al nivel agregado en todo el periodo de la muestra, empezando por debajo del promedio de las industrias manufactureras en 2005, pero superándolo al final del periodo.

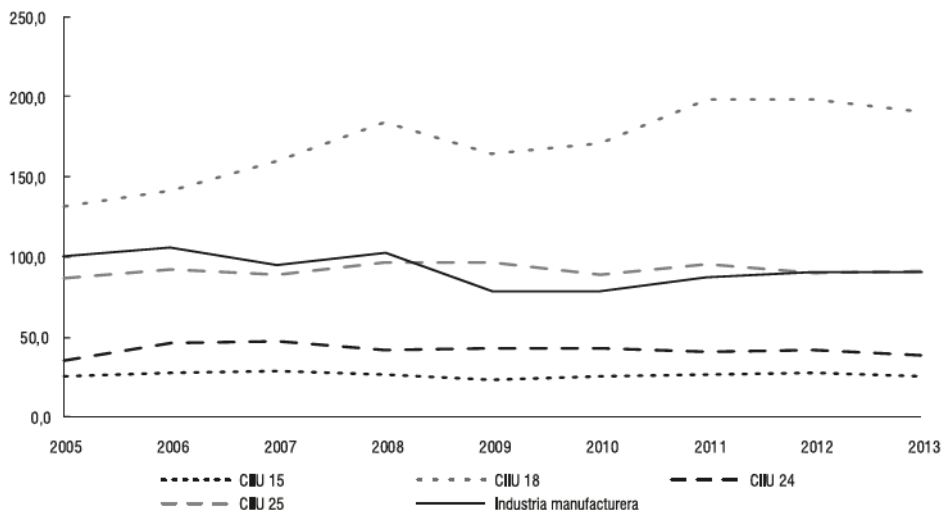
Antes de presentar el análisis detallado de la relación entre productividad y las decisiones de los exportadores, es conveniente realizar dos aclaraciones sobre nuestras estimaciones. En primer lugar, debido a que no observamos las unidades físicas de los productos o los insumos, sino su valor, nuestra medida de productividad corresponde a lo que podría denominarse productividad del ingreso (conocida en inglés como *revenue productivity*). A pesar de que no puede interpretarse directamente como la productividad física que a menudo viene a la mente (es decir, cuántas camisas puede producir una empresa con una determinada cantidad de tela, horas de trabajo y maquinaria), es posible considerarla como una medida del desempeño de la firma. En segundo lugar, algunas de nuestras estimaciones emplean el valor agregado como la medida de producto en la función de producción [en particular, cuando utilizamos los métodos propuestos por Akerberg, Caves y Frazer (2015), y por Levinsohn y Petrin (2003)]. Tal como lo documentan [Gandhi, Navarro y Rivers (2017b)], cuando los coeficientes de la función de producción se estiman con una especificación de valor agregado, la heterogeneidad de la productividad es sobreestimada¹⁵. En este sentido, parte de la heterogeneidad observada en el Cuadro 1 (y en los resultados que se presentan en las secciones siguientes) puede ser el resultado de nuestra elección metodológica.

Hechas las aclaraciones anteriores, procedemos a analizar la relación entre las decisiones de exportación de la firma y su nivel de productividad.

¹⁵ Cuando se emplea el valor agregado para medir el producto, al estimar la función de producción se controla la variación de *algunos* insumos (K y L), pero parte de la heterogeneidad observada en la producción es el resultado mecánico de incluir el consumo (heterogéneo) de materias primas dentro de la medida de producto en el lado izquierdo de la función.

Gráfico
PTF: industria manufacturera y sectores seleccionados

Índice de PTF (promedio 2005 = 100)



Notas: el gráfico muestra la PTF estimada siguiendo la metodología de Akerberg, Caves y Frazer (2015). La línea negra sólida mide la PTF para el sector manufacturero agregado. Cada una de las líneas punteadas representa la PTF de un sector seleccionado. Consulte el Cuadro 1 para ver los códigos correspondientes a cada sector. Los datos fueron normalizados para que el valor del índice general de la PTF del sector manufacturero agregado sea igual a 100 en 2005.

Fuente: cálculos de los autores basados en datos de Sirem.

3. Participación en el mercado exportador

En esta sección utilizamos las mediciones de la PTF presentadas en la sección anterior para evaluar la relación entre la productividad de una firma y sus decisiones en el mercado exportador. Como se mencionó en la introducción, existe una amplia literatura que afirma que las compañías exportadoras son más productivas que las no exportadoras. Esto puede explicarse en el contexto de un modelo de comercio internacional como el de Melitz, según el cual las empresas heterogéneas se autoseleccionan hacia los mercados internacionales. Solo las empresas que sean suficientemente productivas podrán exportar la cantidad necesaria para cubrir los costos fijos que supone el acceso a los mercados extranjeros. Formalmente, se supone que las ganancias de exportar (π_x) aumentan con la productividad (ω), de modo que la empresa i participará en el mercado exportador si su productividad está por encima de cierto umbral, definido como:

$$\hat{\omega}: \pi_x(\omega) - f_x = 0, \tag{1}$$

donde f_x es el costo fijo de exportar. De esta forma, las empresas más productivas se autoseleccionan para entrar a los mercados extranjeros.

En este contexto, un buen punto de partida para comprobar la confiabilidad de nuestras estimaciones de productividad es buscar si existen diferencias sistemáticas entre las empresas exportadoras y las que no lo son. Esto es lo que hacemos a continuación.

3.1 ¿Son diferentes los exportadores de los no exportadores?

Antes de comenzar nuestro análisis de la relación entre la productividad de las empresas y su estatus exportador, examinamos brevemente si las empresas exportadoras son sistemáticamente diferentes de las no exportadoras. Específicamente, comparamos algunas características clave de ambos tipos de empresas.

En particular, seguimos a Bernard y Jensen (1999) y corremos el siguiente tipo de regresiones:

$$X_{it} = \beta_0 + \beta_1 EXP_{it} + sector + año + e_{it} \quad (2)$$

donde X mide alternativamente el (logaritmo de) el valor agregado por trabajador, los salarios (nómina) por trabajador, los ingresos por trabajador, el capital por trabajador y la inversión por trabajador; EXP_{it} es una variable *dummy* que toma el valor de 1 si la empresa i exporta en el año t y 0 en caso contrario, y sector y año son los efectos fijos correspondientes.

Los resultados se presentan en el Cuadro 5. En él es evidente que las empresas exportadoras son más grandes y más intensivas en capital que las empresas no exportadoras. En particular, el capital de los exportadores y la inversión por trabajador son 35 y 45% superiores que los de los no exportadores. Adicionalmente, encontramos que los exportadores pagan salarios 30% superiores a los de los no exportadores, y su valor agregado y los ingresos por trabajador son 41 y 36% superiores a los de los no exportadores, respectivamente.

Los resultados del Cuadro 5 son consistentes con la literatura y sugieren que, en efecto, las empresas exportadoras son muy diferentes de las no exportadoras. Cabe aclarar, sin embargo, que estas son variables de elección para la firma. Con el objetivo de estudiar una razón subyacente que posiblemente explique estas diferencias, en la siguiente subsección analizamos la relación entre la productividad de firmas exportadoras y las no exportadoras, la llamada prima de productividad de los exportadores.

Cuadro 5
Diferencias entre exportadores y no exportadores

	Salario	Valor agregado	Ingreso	Capital	Inversión
EXP	0,302*** (0,0156)	0,414*** (0,0218)	0,359*** (0,0239)	0,353*** (0,0324)	0,452*** (0,0346)
Observaciones	25.981	26.044	26.132	26.132	25.092

Notas: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes “***”, “**”, “*” son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Las variables dependientes se miden en miles de millones de pesos colombianos de 2005 por trabajador. Todas las especificaciones incluyen controles por año y sector.

3.2 Prima de los exportadores: evidencia informal

El Gráfico 2 muestra la evolución de la razón entre el promedio de la PTF de los exportadores y la PTF de los no exportadores durante el período 2005-2013 para las firmas manufactureras de la muestra¹⁶. Esta relación es igual a la prima de productividad de los exportadores más uno. Del gráfico es evidente que los exportadores tienen un mayor nivel de productividad que los no exportadores. De hecho, encontramos que, a lo largo del período considerado, los exportadores tuvieron entre 1,4 y 2,2 veces la productividad de los no exportadores, con una prima promedio de 85%¹⁷.

En el Gráfico 3 explotamos la variación sectorial de los datos. En particular, mostramos el promedio entre años de la razón entre la PTF de los exportadores y la PTF de los no exportadores para los diferentes sectores manufactureros a 2 dígitos. Encontramos un alto grado de heterogeneidad. Si bien los exportadores son casi dos veces más productivos que los no exportadores en industrias como la fabricación de prendas de vestir (CIIU 18), los exportadores son solo un poco más productivos que los no exportadores en el caso de la industria de alimentos y bebidas (CIIU 15) y de productos de caucho y plástico (CIIU 25), e incluso son menos productivos que los no exportadores en sectores como el de edición, impresión y reproducción de grabaciones (CIIU 22) o en la fabricación de vehículos automotores (CIIU 34).

Dados los resultados presentados en los gráficos 2 y 3, y al igual que gran parte de la literatura, encontramos que ser exportador está (incondicionalmente) asociado con niveles más altos de productividad, pero que existe una variación sustancial entre sectores. A continuación examinamos esta relación de forma más rigurosa.

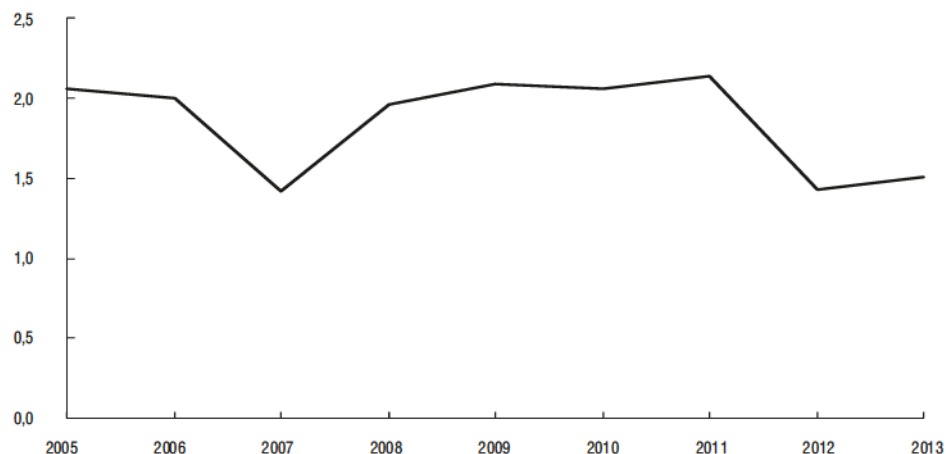
¹⁶ Para agregar los datos a nivel de empresa a un promedio del sector manufacturero, ponderamos los datos individuales por los ingresos de cada firma. Los resultados son cualitativamente similares si utilizamos el promedio simple en su lugar.

¹⁷ Estos hallazgos son contrarios a los de Rivers (2010), quien analiza los datos de Colombia para el período 1981-1991 y encuentra una prima de productividad promedio del 5%. Sin embargo, los resultados no son estrictamente comparables debido a las diferencias en los períodos y en las metodologías empleadas en los dos documentos. Para una comparación detallada de las diferentes metodologías, véase la Sección 4.4.1.

Gráfico

Razón entre la PTF de los exportadores y no exportadores

PTF EXP/PTF NO EXP



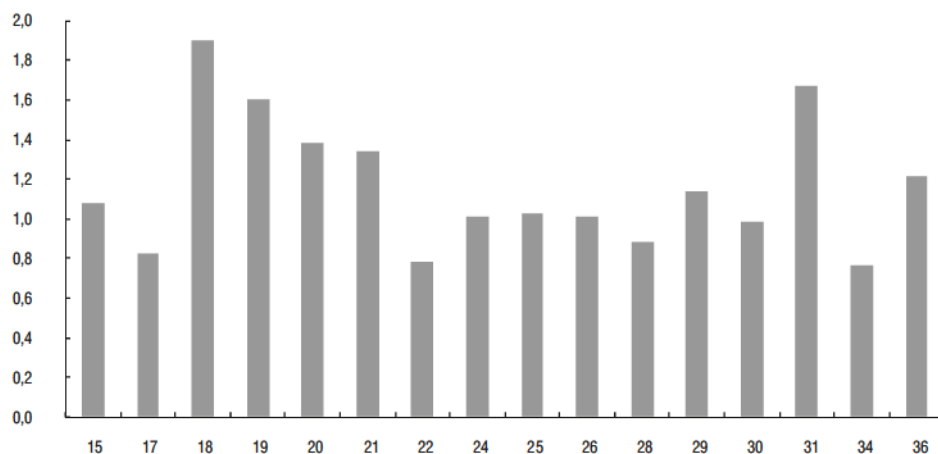
Nota: el eje vertical mide la razón entre el promedio de la PTF de los exportadores y la PTF de los no exportadores, que es igual a uno más la prima de productividad de los exportadores. Los datos incluyen empresas de todos los sectores manufactureros, excepto CIU 23 (fabricación de coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear) y CIU 27 (fabricación de metales básicos).

Fuentes: Sirem, DIAN y DANE; cálculos de los autores.

Gráfico

Razón entre la PTF de exportadores y no exportadores, por sector

PTF EXP / PTF NO EXP



Notas: el eje vertical mide la razón entre el promedio de la PTF de los exportadores y la PTF de los no exportadores, que es igual a uno más la prima de productividad de los exportadores.

El eje horizontal presenta los códigos CIU de los diferentes sectores industriales. Los datos fueron promediados para 2005-2013

Fuentes: Sirem, DIAN y DANE; cálculos de los autores.

3.3 Especificación principal

Nuestro punto de partida para estudiar de manera más formal la relación entre la productividad y el estatus exportador de la firma es la variable *dummy* EXP_{it} , la cual (como mencionamos anteriormente) toma un valor de 1 si la empresa i realizó exportaciones en el año t y 0 en caso contrario. En particular, para determinar si la probabilidad de exportar depende, entre otras cosas, de la productividad, consideramos el siguiente modelo *probit*:

$$EXP_{it} = F(PTF_{it}, tamaño_{it}, edad_{it}, legal_{it}), \quad (3)$$

donde PTF es la productividad estimada previamente; tamaño se refiere a cinco variables *dummy* (muy pequeño, pequeño, mediano, grande, muy grande) que resultan de asignar cada firma al quintil correspondiente según sus activos; edad es la antigüedad de la firma; y legal se refiere a tres variables *dummy* que describen la organización legal de la firma, en particular si es una casa matriz, es una filial de alguna casa matriz, o forma parte de un conglomerado. Además, incluimos efectos fijos por año, por sector y por ubicación geográfica (departamento).

Los resultados se presentan en el Cuadro 6, donde el número de controles incluidos en la especificación aumenta de izquierda a derecha. Del cuadro es evidente que un mayor nivel de productividad se asocia con una mayor probabilidad de ser un exportador: el estimador del coeficiente de la productividad es positivo y estadísticamente significativo en todos los modelos considerados. También vale la pena mencionar que las firmas más grandes y/o más antiguas tienen mayor probabilidad de ser exportadoras. Del mismo modo, es más probable que las firmas que son casas matrices sean exportadoras. Por el contrario, ser una filial o formar parte de un conglomerado no tiene efecto estadístico sobre las probabilidades de exportar¹⁸.

¹⁸ Dado que la PTF que utilizamos al lado derecho no es directamente observada sino estimada en la primera etapa del ejercicio, es posible que exista un problema de regresores generados (véase Pagan, 1984). En particular, si los errores estándar de la estimación de la primera etapa (PTF) no son tenidos en cuenta, se puede llegar a subestimar los errores estándar de la segunda etapa. Por esta razón, los errores estándar presentados en el Cuadro 6 se obtienen mediante un procedimiento de *bootstrap*, a fin de tener en cuenta esta variación adicional. Como era de esperarse, tras esta corrección los errores estándar son mayores, pero los coeficientes de la PTF continúan siendo estadísticamente significativos. Esto indica que los resultados que obtenemos cuando usamos nuestra estimación de las PTF como regresor son confiables

Cuadro 6
Estatus exportador y productividad

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Productividad	0,2649*** (0,00813)	0,26447*** (0,01162)	0,22711*** (0,00888)	0,13524*** (0,01277)	0,16805*** (0,01306)	0,16732*** (0,01302)	0,15727*** (0,01314)
Pequeña			0,55355*** (0,02737)	0,6244*** (0,02884)	0,59415*** (0,02912)	0,59575*** (0,02918)	0,60808*** (0,02929)
Mediana			0,87334*** (0,02653)	0,99732*** (0,02810)	0,93224*** (0,02836)	0,93501*** (0,02842)	0,95367*** (0,02870)
Grande			1,18891*** (0,02728)	1,36321*** (0,02881)	1,25877*** (0,02915)	1,26111*** (0,02956)	1,29356*** (0,03039)
Muy grande			1,61001*** (0,03035)	1,92799*** (0,03398)	1,74634*** (0,03533)	1,74222*** (0,03771)	1,79247*** (0,03853)
Edad					0,01213*** (0,00066)	0,0119*** (0,00065)	0,01019*** (0,00067)
Casa matriz						0,25153*** (0,04287)	0,23218*** (0,04423)
Conglomerado						-0,09043 (0,03991)	-0,07176 (0,04026)
Filial						-0,00935 (0,03518)	0,01316 (0,03575)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Departamento							X
Observaciones	25.782	25.781	25.782	25.782	25.782	25.782	25.675

Nota: errores estándar calculados con *bootstrap* por firma entre paréntesis. Los coeficientes “***”, “**”, “*” son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Además, estimamos especificaciones análogas utilizando valores de productividad rezagados y presentamos los resultados en el Cuadro 7. Queda claro que las conclusiones originales no cambian. Por otra parte, en el Cuadro 8 presentamos los resultados de un ejercicio similar que incluye como regresor adicional el rezago de la variable dependiente, siguiendo la metodología propuesta por Arellano y Bond (1991). Como es de esperarse dada la histéresis que por lo general caracteriza las decisiones exportadoras, el valor rezagado de la *dummy* de exportaciones es el regresor con mayor poder explicativo. Aun así, en el Cuadro 8 se observa que el coeficiente de productividad, si bien no ha sido estimado con tanta precisión, es aún positivo y estadísticamente significativo.

Cuadro 7
Estatus exportador y productividad rezagada

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Productividad _{t-1}	0,260*** (0,0189)	0,259*** (0,0189)	0,245*** (0,0255)	0,111*** (0,0271)	0,145*** (0,0276)	0,144*** (0,0275)	0,130*** (0,0275)
Pequeña				0,616*** (0,0588)	0,588*** (0,0591)	0,590*** (0,0592)	0,601*** (0,0595)
Mediana				0,986*** (0,0619)	0,925*** (0,0627)	0,927*** (0,0627)	0,949*** (0,0630)
Grande				1,367*** (0,0644)	1,267*** (0,0654)	1,262*** (0,0658)	1,292*** (0,0665)
Muy grande				1,939*** (0,0738)	1,761*** (0,0774)	1,731*** (0,0814)	1,781*** (0,0839)
Edad					0,0121*** (0,0016)	0,0118*** (0,0016)	0,00986*** (0,0017)
Casa matriz						0,295*** (0,0833)	0,273*** (0,0846)
Conglomerado						-0,0334 (0,0825)	-0,0072 (0,0828)
Filial						0,0178 (0,0816)	0,0385 (0,0819)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Departamento							X
Observaciones	19.446	19.446	19.446	19.446	19.446	19.446	19.365

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes “***”, “**”, “*” son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Cabe resaltar que estos resultados no implican una relación causal entre la productividad de una firma y su estatus exportador. Con esto en mente, también estudiamos una especificación alternativa en la que invertimos la variable dependiente y la independiente. En particular, consideramos la siguiente especificación:

$$PTF_{it} = \beta_0 + \beta_1 EXP_{it} + tamaño_{it} + edad_{it} + legal_{it} + e_{it}, \quad (4)$$

donde las variables se definen como en la ecuación (3). Nótese que en este caso realizamos una regresión lineal (a diferencia de un *probit*) en la que la PTF es la variable dependiente, por lo que en este caso no tenemos el problema del regresor generado. Más aún,

esta especificación es análoga a la ecuación (2), de modo que el estimador del coeficiente β_1 mide la prima promedio de productividad de las empresas exportadoras.

Cuadro 8
Productividad y estatus exportador: Arellano y Bond

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
EXP _{t-1}	0,236*** (0,0315)	0,224*** (0,0271)	0,222*** (0,0272)	0,220*** (0,0272)	0,220*** (0,0272)	0,220*** (0,0272)	0,219*** (0,0273)
Productividad _t	0,0161** (0,0070)	0,0102 (0,0069)	0,0101 (0,0069)	0,0119* (0,0071)	0,0119* (0,0071)	0,0120* (0,0071)	0,0113 (0,0071)
Pequeña			0,0118 (0,0161)	0,0109 (0,0163)	0,0109 (0,0163)	0,0109 (0,0163)	0,0129 (0,0164)
Mediana			0,0373 (0,0247)	0,0368 (0,0247)	0,0368 (0,0247)	0,037 (0,0247)	0,0413* (0,0248)
Grande			0,0331 (0,0294)	0,0342 (0,0295)	0,0342 (0,0295)	0,0341 (0,0295)	0,0407 (0,0297)
Muy grande			0,0311 (0,0336)	0,032 (0,0337)	0,032 (0,0337)	0,0314 (0,0337)	0,0378 (0,0340)
Edad					0,0144*** (0,0014)	0,0143*** (0,0014)	0,0169*** (0,0019)
Casa matriz						0,0116 (0,0157)	0,012 (0,0159)
Conglomerado						0,0162 (0,0180)	0,0155 (0,0183)
Filial						0,00224 (0,0151)	0,00319 (0,0152)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Departamento							X
Observaciones	14.665	14.665	14.665	14.665	14.665	14.665	14.561

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes "****", "***", "**" son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Los resultados se presentan en el Cuadro 9. En la primera columna se observa que la prima de productividad incondicional para los exportadores es de más del 45%. Al agregar controles en el resto de las columnas, la prima se reduce al rango de entre 12 y 14%. Aun así, en todos los casos la prima de productividad estimada es positiva y estadísticamente significativa.

Cuadro 9
Estatus exportador y prima de productividad

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
EXP	0,454*** (0,0275)	0,454*** (0,0275)	0,225*** (0,0181)	0,116*** (0,0193)	0,141*** (0,0192)	0,140*** (0,0191)	0,129*** (0,0190)
Pequeña				0,198*** (0,0254)	0,208*** (0,0251)	0,207*** (0,0251)	0,207*** (0,0249)
Mediana				0,275*** (0,0275)	0,306*** (0,0273)	0,304*** (0,0273)	0,300*** (0,0272)
Grande				0,298*** (0,0291)	0,355*** (0,0295)	0,347*** (0,0297)	0,351*** (0,0298)
Muy grande				0,377*** (0,0336)	0,489*** (0,0358)	0,459*** (0,0380)	0,470*** (0,0386)
Edad					-0,00811*** (0,0007)	-0,00811*** (0,0007)	-0,00861*** (0,0007)
Casa matriz						0,0565 (0,0385)	0,0658* (0,0383)
Conglomerado						-0,0293 (0,0345)	-0,0299 (0,0341)
Filial						0,0886** (0,0366)	0,103*** (0,0367)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Departamento							X
Observaciones	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781	25.703

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes “***”, “**”, “*” son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

3.4 Pruebas de robustez

3.4.1 Estimaciones alternativas de la PTF

Si bien los resultados presentados anteriormente parecen bastante concluyentes, evidentemente dependen de la estimación de la PTF realizada en la primera etapa. Para los resultados presentados hasta ahora, y para aquellos que presentamos en las siguientes secciones y que relacionan productividad con las diferentes decisiones comerciales de las firmas exportadoras, utilizamos estimaciones de la PTF siguiendo la metodología propuesta por Akerberg, Caves y Frazer (2015), con el valor agregado como medida del producto y con coeficientes de la función de producción específicos a cada sector. Como ya se

mencionó en la Sección 3, la estimación de funciones de producción de valor agregado aumenta la heterogeneidad de la productividad estimada entre firmas. Esto es particularmente relevante cuando se analiza la prima de exportadores, ya que esta es una medida de la dispersión de la PTF entre exportadores y no exportadores. Con el fin de evaluar qué tan sensibles son nuestros resultados a las diferentes metodologías de estimación de la función de producción, en esta subsección repetimos los ejercicios presentados en los Cuadros 6 y 9, sustituyendo las estimaciones originales de la PTF con aquellas obtenidas con otros métodos de estimación. Específicamente, utilizamos las estimaciones de la PTF que obtuvimos agrupando a todos los sectores manufactureros para obtener coeficientes comunes para la función de producción para la industria agregada, siguiendo las metodologías de Akerberg, Caves y Frazer (2015), Gandhi, Navarro y Rivers (2017), y Levinsohn y Petrin (2003), en este último caso midiendo la producción tanto con el ingreso como con el valor agregado.

El Cuadro 10 es similar al Cuadro 6. Los resultados del *probit* presentados en el Cuadro 10 implican que una mayor productividad está asociada con una mayor probabilidad de que la firma participe en mercados internacionales, lo cual es consistente con los resultados anteriores. Vale la pena señalar que este resultado se mantiene para cada metodología de estimación de la PTF, y en todas las especificaciones considerada ¹⁹.

El Cuadro 11 es análogo al Cuadro 9, excepto por las diferencias en el procedimiento empleado para la estimación de la PTF. Encontramos que se obtiene una prima de productividad positiva y estadísticamente significativa para los exportadores con todas las metodologías empleadas, aunque existen diferencias considerables en el nivel de la prima en función de la metodología utilizada. Como era de esperarse, por lo general la prima es mayor cuando la PTF se estima con una función de producción con valor agregado que cuando se calcula mediante una especificación de producción bruta (ingresos). En particular, la mayor prima la encontramos cuando se emplea la PTF estimada a la manera de Levinsohn y Petrin (2003) con valor agregado (en promedio, 39%), seguida de aquella estimada utilizando la misma metodología pero empleando los ingresos en la función de producción (27%). La prima es considerablemente inferior cuando la PTF se calcula siguiendo a Akerberg, Caves y Frazer (2015) (17%) y, sobre todo, a Gandhi, Navarro y Rivers (2017) (10%)²⁰. Estos hallazgos coinciden con los de Gandhi, Navarro y Rivers (2017b), y son consistentes con los resultados presentados en la sección anterior.

¹⁹ Para todas las estimaciones presentadas en este cuadro, de nuevo, empleamos un procedimiento de *bootstrap* para los errores estándar con el fin de tener en cuenta la variación adicional introducida al emplear nuestras estimaciones de la PTF (un regresor generado) como variable explicativa.

²⁰ Estos números corresponden al promedio de las diferentes especificaciones. Cabe resaltar que la prima estimada (y su disparidad) se reduce considerablemente al controlar por año, sector y tamaño.

Cuadro 10
Estatus exportador y productividad: metodologías alternativas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ACF	0,2554*** (0,0113)	0,2546*** (0,0113)	0,2029*** (0,0108)	0,1275*** (0,0126)	0,1592*** (0,0127)	0,1585*** (0,0127)	0,1483*** (0,0127)
GNR	0,2706*** (0,0137)	0,2677*** (0,0138)	0,2577*** (0,0146)	0,1143*** (0,0154)	0,1542*** (0,0154)	0,1516*** (0,0155)	0,1371*** (0,0157)
LP (PB)	0,6895*** (0,0137)	0,701*** (0,0138)	0,8164*** (0,0156)	0,2643*** (0,0203)	0,2816*** (0,0204)	0,281*** (0,0205)	0,2776*** (0,0207)
LP (VA)	0,5782*** (0,0111)	0,5833*** (0,0112)	0,6205*** (0,0122)	0,2527*** (0,0142)	0,2708*** (0,0143)	0,2701*** (0,0143)	0,2595*** (0,0144)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X

Notas: errores estándar calculados con *bootstrap* por firma entre paréntesis. Los coeficientes “***”, “**”, “*” son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente
 Para las estimaciones que siguen la metodología de Levinsohn y Petrin “PB” indica el uso de la producción bruta como medida de producción, mientras que ‘VA’ denota la utilización del valor agregado.

Cuadro 11
Estatus de exportador y prima de productividad: metodologías alternativas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ACF	0,229*** (0,0182)	0,228*** (0,0183)	0,179*** (0,0185)	0,115*** (0,0201)	0,141*** (0,0200)	0,140*** (0,0200)	0,129*** (0,0198)
GNR	0,151*** (0,0152)	0,148*** (0,0152)	0,138*** (0,0151)	0,0591*** (0,0165)	0,0795*** (0,0164)	0,0782*** (0,0164)	0,0704*** (0,0163)
LP (PB)	0,483*** (0,0178)	0,486*** (0,0178)	0,532*** (0,0174)	0,0892*** (0,0123)	0,0944*** (0,0123)	0,0932*** (0,0123)	0,0916*** (0,0124)
LP (VA)	0,657*** (0,0221)	0,660*** (0,0221)	0,681*** (0,0223)	0,182*** (0,0174)	0,193*** (0,0173)	0,192*** (0,0173)	0,181*** (0,0172)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X

Notas: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con “***”, “**” y “*” son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente. Para las estimaciones que siguen la metodología de Levinsohn y Petrin, ‘PB’ indica el uso de la producción bruta como medida de producción, mientras que ‘VA’ denota la utilización del valor agregado.

3.4.2 Intensidad exportadora

En esta subsección extendemos nuestro análisis a la importancia relativa de las exportaciones en las ventas totales de una firma. Es decir, en lugar de analizar la decisión binaria de una empresa sobre exportar o no, nos fijamos en la participación de los ingresos derivados de las exportaciones, su intensidad exportadora. En primer lugar, describimos el comportamiento de esta medida; a continuación, evaluamos si los resultados anteriores se ven modificados al sustituir la variable *dummy* de estatus exportador con la variable continua de intensidad exportadora.

En el Cuadro 12 presentamos la medida de intensidad, dada por la razón entre las exportaciones y los ingresos totales, promediando entre las empresas exportadoras de cada sector²¹. Se puede ver que hay sectores como el CIIU 35 (fabricación de otros tipos de equipo de transporte) para los cuales las exportaciones son casi nulas, mientras que en sectores como el CIIU 21 (papel y productos de papel) las exportaciones representan, en promedio, más de un tercio de las ventas. Además, los sectores difieren de manera importante en la evolución de la intensidad exportadora en el periodo 2005-2013. Por ejemplo, la proporción de las exportaciones se mantuvo relativamente estable para el CIIU 24 (productos químicos), mientras que se redujo a menos de la mitad para el CIIU 29 (maquinaria y equipo) y, después de la caída global del comercio internacional en 2009-2010, creció a un ritmo sostenido para el CIIU 31 (maquinaria eléctrica).

Cuadro 12
Participación de las exportaciones en las ventas totales de las empresas exportadoras (porcentaje)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
15	14,1	13,2	12,6	13,4	9,7	9,3	9,4	9,5	9,5
17	24,4	21,1	25,0	30,3	27,0	19,8	21,0	20,7	19,7
18	42,7	40,4	35,2	36,9	25,1	22,1	19,5	17,5	14,5
19	26,1	27,4	32,1	23,3	16,5	15,6	11,0	14,0	11,0
20	24,9	21,1	17,5	15,5	16,8	13,8	7,8	10,4	10,6
21	37,1	41,1	38,6	38,0	41,3	32,7	36,5	21,4	19,0
22	14,7	12,5	11,7	12,6	11,7	7,9	8,2	5,9	5,2
24	18,9	18,6	17,9	19,3	19,0	19,5	20,5	20,8	22,0
25	18,5	19,8	20,1	20,6	24,7	23,4	20,7	19,6	21,3
26	15,7	14,1	11,5	10,3	11,6	9,3	13,0	17,1	11,1

²¹ Para construir esta variable combinamos el valor de las exportaciones proveniente de las declaraciones de aduana con los ingresos operacionales obtenidos del Sirem. Para que estos sean comparables, convertimos el primero a pesos (las exportaciones se reportan originalmente en dólares), empleando el promedio anual de la tasa de cambio. Esto se traduce en proporciones mayores que uno para una pequeña fracción de las observaciones (menos del 1% de los exportadores), las cuales fueron descartadas de la muestra cuando nuestras estimaciones incluyen la variable de intensidad.

Cuadro 12 (continuación)

Participación de las exportaciones en las ventas totales de las empresas exportadoras (porcentaje)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
28	25,3	27,7	26,3	26,4	25,2	20,0	18,9	19,0	16,5
29	27,4	25,0	28,1	26,9	22,4	15,3	14,0	15,3	12,4
31	19,3	20,4	29,6	21,3	28,0	9,5	12,4	15,9	24,3
33	33,9	35,4	44,6	42,3	41,3	35,1	40,9	40,6	33,4
34	24,7	22,5	32,3	20,3	14,1	13,5	13,2	11,0	20,4
35	7,5	7,9	8,6	6,7	8,9	3,0	3,4	2,3	1,0
36	31,4	39,6	42,3	34,8	22,1	17,4	23,8	20,1	19,1
Industria manufacturera	21,6	21,7	22,0	20,9	18,3	15,8	16,2	15,4	15,6

Fuentes: Sirem, DIAN y DANE; cálculos de los autores.

El Cuadro 13 muestra los resultados de realizar el mismo ejercicio que en el Cuadro 6, pero empleando la intensidad exportadora como variable dependiente, de tal forma que podemos estimar una regresión lineal en lugar de un *probit*. Como puede verse, nuevamente encontramos un coeficiente positivo para la PTF en todas nuestras especificaciones. Del mismo modo, el Cuadro 14 es análogo al Cuadro 9. Una vez más, encontramos coeficientes positivos para la intensidad de la exportación. Sin embargo, cuando añadimos controles adicionales, los estimadores del coeficiente de intensidad dejan de ser estadísticamente significativos.

Cuadro 13
Intensidad exportadora y productividad

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Productividad	0,0256*** (0,00120)	0,0253*** (0,00120)	0,0159*** (0,00180)	0,0058*** (0,00180)	0,0053*** (0,00180)	0,0051*** (0,00180)	0,0048*** (0,00180)
Pequeña				0,0204*** (0,00300)	0,0209*** (0,00300)	0,0208*** (0,00300)	0,0211*** (0,00300)
Mediana				0,0345*** (0,00330)	0,0356*** (0,00340)	0,0356*** (0,00330)	0,0364*** (0,00340)
Grande				0,0618*** (0,00320)	0,0636*** (0,00340)	0,0627*** (0,00340)	0,0628*** (0,00340)
Muy grande				0,1273*** (0,00420)	0,1304*** (0,00470)	0,126*** (0,00510)	0,1244*** (0,00510)
Edad					-0,0002*** (0,000084)	-0,0002*** (0,000087)	-0,0003*** (0,000087)
Casa matriz						0,0305*** (0,00640)	0,0293*** (0,00650)

Cuadro 13 (continuación)
Intensidad exportadora y productividad

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Conglomerado						0,0187***	-0,0162***
						(0,00580)	(0,00582)
Filial						0,014***	0,0166***
						(0,00530)	(0,00540)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Departamento							X
Observaciones	25.782	25.783	25.782	25.782	25.782	25.782	25.704

Nota: errores estándar calculados con *bootstrap* entre paréntesis. Los coeficientes con '***', '**' y '*' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Cuadro 14
Productividad e intensidad de exportación

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Intensidad	0,795***	0,791***	0,251***	0,0938*	0,0844	0,0805	0,0754
	(0,0854)	(0,0856)	(0,0546)	(0,0532)	(0,0530)	(0,0530)	(0,0528)
Pequeña				0,219***	0,234***	0,232***	0,231***
				(0,0252)	(0,0250)	(0,0250)	(0,0248)
Mediana				0,311***	0,348***	0,346***	0,339***
				(0,0268)	(0,0269)	(0,0269)	(0,0267)
Grande				0,346***	0,412***	0,403***	0,403***
				(0,0275)	(0,0284)	(0,0286)	(0,0287)
Muy grande				0,439***	0,561***	0,530***	0,538***
				(0,0324)	(0,0354)	(0,0378)	(0,0383)
Edad					-0,00762***	-0,00763***	-0,00824***
					(0,0007)	(0,0007)	(0,0007)
Casa matriz						0,0639*	0,0719*
						(0,0385)	(0,0383)
Conglomerado						-0,0311	-0,0309
						(0,0347)	(0,0343)
						(0,0367)	(0,0367)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Departamento							X
Observaciones	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781	25.703

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '***', '**' y '*' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

4. Tipos de exportadores

4.1 Frecuencia exportadora

Los resultados presentados hasta el momento indican de un modo bastante robusto que es más probable que las firmas más productivas sean exportadoras, y que estas sean más productivas que las no exportadoras. Sin embargo, dentro del grupo de empresas exportadoras se puede distinguir aquellas que son exportadoras continuas de aquellas que comienzan a exportar dentro del período de muestra, de aquellas que dejan de exportar, y de las que exportan solo de forma ocasional. La idea implícita en la ecuación (1), que las empresas exportadoras son las más productivas, es intrínsecamente estática. En cambio, en los datos de este trabajo, tanto el estatus exportador de una firma como la productividad estimada varían a lo largo del tiempo. Por lo tanto, la distinción entre los diferentes tipos de exportadores según la frecuencia exportadora puede ser relevante.

Con esto en mente, definimos cuatro grupos distintos dentro del conjunto de firmas exportadoras. Los exportadores permanentes son aquellos que exportaron durante cada año de la muestra. Los exportadores entrantes son aquellos que no exportaron durante el(los) primer(os) año(s) del período de estudio, pero, una vez entraron al mercado exportador, continuaron exportando durante el resto de la muestra. Los exportadores salientes son aquellos que exportaron durante el(los) primer(os) año(s) de nuestra muestra, y luego salieron y permanecieron fuera de los mercados exportadores. Por último, los exportadores ocasionales son aquellos que exportaron por lo menos en un año, pero no se encuentran en ninguna de las categorías anteriores.

El Cuadro 15 presenta la distribución de las firmas entre las categorías mencionadas. Vemos que el 40% de las firmas en nuestra muestra (1.969 firmas) nunca exportaron, mientras que otro 30% (1.477 firmas) exportaron cada año durante el período 2005-2013. Adicionalmente, 825 firmas (16,9%) exportaron ocasionalmente, 419 firmas (8,6%) son exportadores “salientes”, y 189 firmas (3,9%) son exportadores “entrantes”.

Cuadro 15
Distribución de empresas por tipo de exportador

Estatus	Firmas	(porcentaje)
Nunca	1.969	40,4
Siempre	1.477	30,3
Ocasional	825	16,9
Saliente	419	8,6
Entrante	189	3,9
Total	4.879	

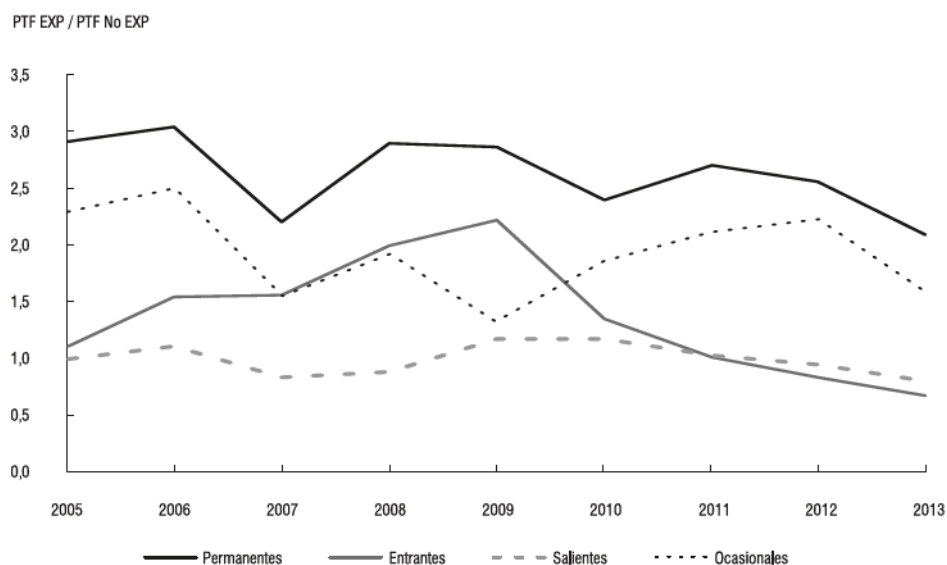
Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

El Gráfico 4 presenta la razón entre el promedio de la PTF de los exportadores y la de los no exportadores, para cada tipo de exportador. Esta razón es igual a uno más la prima

de productividad de cada grupo con respecto a los no exportadores. En el gráfico se puede ver que existe una clara diferencia entre los diferentes grupos de exportadores. Específicamente, encontramos que la prima de los exportadores continuos está sistemáticamente por encima del resto (estos exportadores son, en promedio, 163% más productivos que los no exportadores), mientras que el grupo de exportadores salientes no tiene prima, en promedio, sobre las empresas no exportadoras.

Gráfico

Razón entre la PTF de exportadores y no exportadores, por tipo de exportador^{a/}



^{a/} El eje vertical mide la razón entre el promedio de la PTF de los exportadores y la PTF de los no exportadores, que es igual a uno más la prima de productividad de los exportadores: permanentes, entrantes, salientes y ocasionales. Los datos incluyen empresas de todos los sectores manufactureros, excepto CIU 23 (fabricación de choque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear) y CIU 27 (fabricación de metales básicos).

Fuentes: Sirem, DIAN y DANE; cálculos de los autores.

Con el fin de evaluar más formalmente la importancia de estas diferencias, incluimos una variable *dummy* para cada tipo de exportador en la ecuación (4). Nótese que estas nuevas *dummies* de tipo de exportador solo varían a nivel de firma, mientras que la *dummy* de exportaciones EXP_{it} varía por firma y año. Los resultados se presentan en el Cuadro 16. Encontramos que ser un exportador continuo o un exportador ocasional está asociado con valores de PTF más altos que los de los no exportadores, el grupo excluido. Por el contrario, los coeficientes de las variables *dummy* para los exportadores entrantes y salientes no son estadísticamente significativos en la mayoría de los casos. Cabe destacar que, aún después de controlar por tipo de exportador, estimamos que el coeficiente de la *dummy* EXP_{it} sigue siendo positivo y significativo, lo que indica una prima de productividad para los exportadores.

Para complementar el ejercicio anterior, estimamos un modelo *logit* multinomial en el que la variable dependiente puede tomar cinco valores posibles en función de si la firma es o no exportadora, y si lo es, de la frecuencia con la que exporta. Con el fin de resaltar las diferencias entre los diferentes tipos de exportadores, en el Cuadro 17 reportamos los efectos marginales de la productividad para cada grupo. Los resultados sugieren que una PTF más alta está asociada a una mayor probabilidad de ser un exportador continuo, aunque no tiene un efecto claro en los demás tipos de exportadores.

Cuadro 16
Productividad y tipo de exportador

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
EXP	0,131*** (0,0366)	0,126*** (0,0366)	0,0597*** (0,0227)	0,0369 (0,0225)	0,0477** (0,0221)	0,0481** (0,0221)	0,0531** (0,0219)
Siempre	0,469*** (0,0511)	0,474*** (0,0512)	0,244*** (0,0325)	0,129*** (0,0341)	0,152*** (0,0337)	0,151*** (0,0338)	0,126*** (0,0336)
Ocasional	0,338*** (0,0472)	0,341*** (0,0472)	0,149*** (0,0303)	0,0858*** (0,0301)	0,0898*** (0,0297)	0,0900*** (0,0297)	0,0827*** (0,0294)
Entrante	0,286*** (0,0830)	0,289*** (0,0830)	0,143** (0,0591)	0,0787 (0,0587)	0,0685 (0,0580)	0,0698 (0,0582)	0,0527 (0,0576)
Saliente	0,229*** (0,0645)	0,231*** (0,0646)	0,0454 (0,0390)	-0,0144 (0,0393)	-0,0143 (0,0388)	-0,0126 (0,0389)	-0,0163 (0,0389)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X
Observaciones	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781	25.703

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '***', '**' y '*' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Cuadro 17
Tipo de exportador: efectos marginales

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Permanente	0,0882*** (0,0067)	0,0883*** (0,0067)	0,0933*** (0,0086)	0,0377*** (0,0081)	0,0478*** (0,0082)	0,0472*** (0,0082)
Entrante	0,00106 (0,0027)	0,00109 (0,0027)	0,00121 (0,0040)	0,00164 (0,0041)	0,000235 (0,0041)	0,000351 (0,0041)

Cuadro 17 (continuación)
Tipo de exportador: efectos marginales

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Saliente	-0,00191 (0,0040)	-0,00196 (0,0040)	-0,0119** (0,0047)	-0,0105** (0,0049)	-0,0121** (0,0049)	-0,0118** (0,0049)
Ocasional	0,0134** (0,0058)	0,0136** (0,0058)	0,0079 (0,0072)	0,0108 (0,0074)	0,00941 (0,0074)	0,00959 (0,0074)
Año		X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X
Tamaño				X	X	X
Edad					X	X
Legal						X
Observaciones	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781	25.781

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '****', '***' y '**' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Estos resultados respaldan la idea de que diferentes tipos de exportadores son en realidad muy disímiles en términos de su PTF. En las siguientes secciones, analizamos las diferencias entre distintos tipos de exportadores utilizando criterios alternativos para su clasificación, tales como los destinos de las exportaciones y los productos exportados.

4.2 Destinos de exportación

Los exportadores también difieren según los mercados a los que llegan con sus exportaciones. Es de esperarse que una firma que exporta a un único destino sea diferente a otra que lo hace a varias docenas de países. Del mismo modo, una firma que exporta a países desarrollados podría ser diferente a otra que exporta solo a países vecinos. En esta subsección analizamos estas diferencias detalladamente.

En el Cuadro 18 presentamos el número promedio de destinos de una firma exportadora, por sector y año. En promedio, un exportador de la muestra registró ventas en 6,1 mercados extranjeros. Si bien este promedio es bastante estable a lo largo del período de muestra, existe una gran heterogeneidad entre sectores. Por ejemplo, las firmas que fabrican productos de madera (CIU 20) exportan en promedio a 3,4 destinos. Por el contrario, aquellas firmas que fabrican instrumentos médicos, de precisión y ópticos (CIU 33) exportan, en promedio, a 14,5 países, cuatro veces más.

Cuadro 18
Número promedio de destinos de exportación

Código	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
15	6,2	6,2	6,9	7,0	6,7	7,0	6,8	7,8	7,7
17	5,3	5,5	5,5	6,0	5,7	6,2	5,9	5,4	4,6
18	5,8	5,7	5,3	5,5	5,2	5,6	5,8	6,3	6,2
19	5,6	5,6	4,9	5,8	5,7	6,1	5,3	5,0	5,0
20	3,6	3,5	4,3	3,8	3,8	2,8	3,6	3,2	1,8
21	7,2	7,8	7,8	8,5	7,7	7,8	8,9	8,9	7,7
22	6,9	6,7	5,8	6,1	5,8	5,5	6,0	5,3	4,8
24	7,2	7,2	6,9	7,0	7,1	7,5	7,4	7,2	7,2
25	5,6	5,5	5,8	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,5
26	8,3	7,6	8,2	8,5	8,1	6,8	8,1	7,6	7,2
28	6,1	5,3	6,1	5,6	5,7	5,4	4,8	5,2	5,3
29	6,3	5,6	5,6	5,8	5,1	5,3	5,7	5,6	5,3
31	7,1	7,0	7,7	7,6	7,4	6,8	6,1	6,7	8,2
33	13,0	14,4	12,6	19,8	14,6	12,2	16,2	16,5	11,1
34	4,7	5,0	4,8	4,5	4,1	4,3	4,5	4,3	4,3
35	6,4	5,3	5,1	6,8	6,8	7,2	7,4	7,3	6,4
36	5,6	5,1	5,6	5,3	5,3	5,4	5,2	5,8	5,4
Industria manufacturera	6,2	6,0	6,1	6,2	6,0	6,1	6,1	6,2	6,1

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

Con el fin de evaluar la relación entre la productividad y el número de destinos de exportación de la firma, corremos una regresión de la PTF contra el número de destinos, además del conjunto de controles usuales, restringiendo la muestra a los exportadores (observaciones con $EXP_{it} = 1$) Esta restricción nos permite aislar el efecto del número de destinos del efecto positivo promedio de ser exportador. El Cuadro 19 presenta los resultados. En él queda claro que existe una relación positiva entre la productividad de una firma y el número de mercados extranjeros a los que accede. En efecto, el coeficiente estimado es altamente significativo en todas las especificaciones consideradas

Cuadro 19
Productividad y destinos de exportación

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Destinos	0,00934** (0,0038)	0,00934** (0,0038)	0,0107*** (0,0019)	0,00581*** (0,0021)	0,00657*** (0,0020)	0,00619*** (0,0021)	0,00498*** (0,0021)
Año		X	X	X	X	X	X

Cuadro 19 (continuación)
Productividad y destinos de exportación

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X
Observaciones	12.643	12.643	12.643	12.643	12.643	12.643	12.600

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '****', '***' y '**' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Además del número de destinos, evaluamos una segunda dimensión geográfica de las exportaciones comparando el tipo de países a los que una empresa exporta. La primera columna del Cuadro 20 presenta el porcentaje de empresas que exportan a un determinado país o región promediado a lo largo de los años. Encontramos que más del 79% de los exportadores colombianos exportaron a países en América del Sur, mientras que el 53% lo hicieron a los mercados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En cuanto a países individuales, los dos destinos principales son los vecinos Ecuador (a donde exportaron el 60% de los exportadores) y Venezuela (49%). La segunda columna presenta la fracción del total del valor de los productos exportados a cada uno de los mercados y encontramos un patrón similar. Estos dos hechos sugieren que los datos son consistentes con la ecuación de gravedad del comercio exterior: la distribución de las exportaciones está sesgada hacia los países vecinos y hacia los países de mayor nivel de ingreso.

Cuadro 20
Participación por socios comerciales

	Porcentaje de firmas exportadora	Valor de las exportaciones
América del Sur	79,3	50,7
Mercosur	53,0	26,2
CAN	66,4	21,4
Venezuela	49,2	20,1
Ecuador	59,9	12,9
América Central	57,2	7,7
OCDE	53,4	34,6
EE.UU.	34,6	16,9
Unión Europea	20,7	8,3

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

Por último, comprobamos si la productividad de una firma está relacionada de alguna manera con el tipo de destino de sus exportaciones. Para ello reducimos la muestra a aquellas firmas que exportan solo a la OCDE y aquellas que exportan solo a los países de la Comunidad Andina (integrada por la mayoría de los vecinos de Colombia). De esta manera, el primer grupo solo exporta a países desarrollados, mientras que el segundo grupo solo lo hace a mercados emergentes²². En el Cuadro 21 presentamos los resultados de regresar la PTF contra una variable *dummy* que toma el valor de 1 si la empresa exporta a la OCDE y 0 en caso contrario. Como puede verse, una vez introducimos nuestro habitual conjunto de controles, la variable *dummy* de la OCDE no es estadísticamente significativa. Este resultado sugiere que no existen diferencias sistemáticas en la productividad de las empresas que exportan solo a mercados desarrollados y la de las empresas que lo hacen solo a los mercados en desarrollo.

Cuadro 21
Productividad y destinos de exportación: OCDE vs. CAN

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
OCDE	-0,150** (0,0721)	-0,160** (0,0720)	0,000642 (0,0476)	0,00574 (0,0478)	-0,0208 (0,0485)	-0,021 (0,0486)	-0,0111 (0,0478)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X
Observaciones	1.909	1.909	1.909	1.909	1.909	1.909	1.905

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '****', '***' y '**' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

4.3 Productos exportados

En esta subsección analizamos cómo los exportadores difieren en términos de los productos que exportan. En nuestros datos observamos las mercancías exportadas con un gran nivel de desagregación, lo que nos permite definir un producto a nivel de 10 dígitos.

El Cuadro 22 presenta el número promedio de productos exportados, por sector y año. En promedio, una firma exporta 9,8 productos. Al igual que con el número de destinos, este promedio es estable a través del tiempo, pero hay una gran heterogeneidad entre sectores. Por ejemplo, los exportadores del sector CIIU 35 (otros equipos de transporte) exportan en promedio más de 20 productos diferentes; en cambio, los del sector CIIU 20 (fabricación de productos de madera) solo exportan un promedio de 4,4 productos.

²² Los resultados cualitativos no cambian si excluimos a México y Chile del grupo de la OCDE.

Cuadro 22
Número promedio de productos exportados

Código	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
15	6,9	7,7	8,1	7,5	8,1	8,7	7,5	8,2	8,3
17	9,1	9,3	10,0	10,2	9,4	9,4	8,8	8,9	9,1
18	16,3	15,3	18,4	17,9	15,6	16,2	17,9	20,0	19,6
19	7,3	7,1	5,0	6,8	7,8	8,6	9,2	4,5	7,1
20	5,9	5,3	5,6	3,8	4,8	3,3	4,1	3,9	3,0
21	7,2	7,8	8,2	7,6	7,4	7,6	7,6	9,1	7,7
22	6,1	5,3	4,7	4,5	5,0	4,4	4,0	3,7	3,6
24	13,9	13,4	14,0	14,6	15,4	15,5	16,7	16,8	16,4
25	6,7	5,4	5,5	5,5	5,2	5,2	5,3	5,6	5,3
26	7,0	6,8	7,8	6,9	7,4	6,4	6,7	6,5	6,4
28	7,6	7,3	7,6	7,0	7,2	7,1	6,7	7,7	7,5
29	13,4	11,1	11,0	12,3	12,0	10,3	11,0	11,0	11,8
31	13,4	12,7	13,2	12,4	12,3	12,3	11,0	12,8	12,9
33	9,1	10,9	10,6	13,2	10,5	8,0	11,3	13,2	9,2
34	12,8	12,9	12,0	11,5	10,2	10,0	11,4	12,2	12,7
35	22,7	21,6	21,9	18,5	24,7	27,6	27,2	26,3	23,0
36	7,9	6,6	7,7	6,2	6,6	7,0	7,4	8,6	7,8
Industria manufacturera	10,0	9,4	9,9	9,7	9,6	9,4	9,8	10,3	10,1

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

A continuación corremos una regresión de la PTF contra el número de productos exportados (y otros controles), restringiendo la muestra a las empresas exportadoras. Esto permite identificar el efecto del número de productos sobre la productividad, más allá del efecto positivo general por ser exportador. Los resultados se presentan en el Cuadro 23. Encontramos que el número de productos tiene un efecto positivo y significativo en todas las especificaciones consideradas. En otras palabras, los datos indican que una mayor cantidad de productos exportados está asociada con un mayor nivel de productividad (además de la prima promedio de los exportadores).

Cuadro 23
Productividad y productos exportados

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Productos	0,00855*** (0,0018)	0,00856*** (0,0018)	0,00741*** (0,0012)	0,00640*** (0,0012)	0,00639*** (0,0012)	0,00632*** (0,0012)	0,00596*** (0,0011)
Año		X	X	X	X	X	X

Cuadro 23 (continuación)
Productividad y productos exportados

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X
Observaciones	12.643	12.643	12.643	12.643	12.643	12.643	12.600

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '****', '***' y '**' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

Por último, desagregamos las mercancías exportadas en diferentes tipos de bienes según su clasificación de uso final (Cuode). Así, es posible distinguir si una empresa exporta bienes de consumo, bienes intermedios o bienes de capital. El Cuadro 24 presenta la distribución de exportadores de valores exportados para cada tipo de bien. En la primera columna se aprecia que casi dos tercios de las empresas exportadoras exportan bienes de consumo o intermedios; en contraste, solo el 43% de las empresas exportan bienes de capital. En términos del valor de las exportaciones, los bienes de consumo e intermedios tienen una participación del 43 y 44%, respectivamente, mientras que los bienes de capital representan casi el 13% de las exportaciones.

Cuadro 24
Participación por tipo de bien

	Porcentaje de firmas exportadora	Valor de las exportaciones
Bienes de consumo	64,8	43,0
Bienes intermedios	64,7	44,3
Bienes de capital	43,2	12,7

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

Con el propósito de comparar la productividad de las empresas según el tipo de mercancías que exportan, mantenemos solo las observaciones donde las empresas exportan un solo tipo de bien. Definimos dos variables *dummy*, cada una con un valor de 1 si los bienes exportados son bienes intermedios o bienes de capital, y 0 en caso contrario. A continuación, regresamos la PTF contra estas variables *dummy* y el conjunto habitual de controles. Los resultados se presentan en el Cuadro 25. Encontramos que ninguna variable *dummy* es estadísticamente significativa una vez que añadimos los controles básicos, sugiriendo que no hay una relación sistemática entre el tipo de bien exportado y la productividad de la empresa exportadora.

Cuadro 25
Productividad y tipos de bien

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Bienes intermedios	0,0518 (0,0605)	0,0554 (0,0606)	0,0384 (0,0391)	0,0137 (0,0389)	0,0202 (0,0385)	0,018 (0,0386)	0,0215 (0,0380)
Bienes de capital	0,0985* (0,0520)	0,103** (0,0523)	0,0248 (0,0489)	0,0112 (0,0488)	0,0175 (0,0479)	0,0166 (0,0480)	0,0385 (0,0480)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X
Observaciones	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.113

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '****', '***' y '**' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

5. Evolución temporal de los diferenciales de productividad

En esta sección analizamos una vez más las diferencias en la frecuencia exportadora. En contraste con el análisis anterior, nos enfocamos en la evolución de la productividad de las firmas que entran al mercado exportador durante el período muestral una vez empiezan a exportar.

Siguiendo a De Loecker y Warzynski (2012), corremos la siguiente regresión:

$$PTF_{it} = \beta_0 + \beta_1 Entrante_{it} + \beta_2 Saliente_{it} + \beta_3 Siempre_{it} + Z_{it} + e_{it}, \quad (5)$$

donde *Entrante* es una variable *dummy* que toma el valor de 1 si la empresa se convierte en un exportador en el período *t* y 0 en caso contrario, *Saliente* es otra variable *dummy* que toma un valor de 1 mientras la firma exporte y 0 una vez que deja de hacerlo, y *Siempre* es una variable *dummy* para aquellas empresas que exportan de manera permanente²³. El vector Z_{it} incluye los controles habituales.

Los resultados se presentan en el Cuadro 26. Como era de esperarse, dados los resultados anteriores, el coeficiente de *Siempre* es positivo y estadísticamente significativo en todas las especificaciones consideradas. Además, encontramos que el coeficiente de *Entrante* es siempre positivo y, en las tres primeras columnas, estadísticamente significativo lo que implica que comenzar a exportar se asocia con una mejora de la productividad. Sin

²³ Siguiendo a De Loecker y Warzynski (2012), para esta estimación no incluimos a los exportadores ocasionales en la muestra.

embargo, una vez que se controla para el tamaño de la empresa, β_1 pierde toda significancia estadística²⁴.

Cuadro 26
Entrada y salida del mercado exportador

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Siempre	0,563*** (0,0344)	0,563*** (0,0344)	0,291*** (0,0231)	0,169*** (0,0261)	0,201*** (0,0261)	0,199*** (0,0261)	0,185*** (0,0260)
Entrante	0,310*** (0,0919)	0,318*** (0,0928)	0,149** (0,0603)	0,0762 (0,0604)	0,0869 (0,0587)	0,0899 (0,0587)	0,089 (0,0572)
Saliente	0,350*** (0,0687)	0,342*** (0,0696)	0,110*** (0,0413)	0,0348 (0,0419)	0,037 (0,0413)	0,0369 (0,0413)	0,0469 (0,0409)
Año		X	X	X	X	X	X
Sector			X	X	X	X	X
Tamaño				X	X	X	X
Edad					X	X	X
Legal						X	X
Departamento							X
Observaciones	20.970	20.970	20.970	20.970	20.970	20.970	20.909

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con ‘***’, ‘**’ y ‘*’ son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

5.1 Productividad *antes* de exportar

En esta subsección, analizamos si existe una diferencia de productividad *ex ante* entre los futuros exportadores y los no exportadores. En otras palabras, estudiamos las diferencias de productividad entre las firmas que inicialmente no eran exportadoras y se convirtieron en exportadoras al finalizar la muestra, y aquellas que no exportaron durante el período de la muestra. Buscamos determinar si las empresas que habrían de convertirse en exportadoras disfrutaron de alguna ventaja de productividad con respecto a las no exportadoras, incluso antes de empezar a exportar²⁵.

En el Cuadro 27 presentamos los resultados de la comparación entre las firmas que exportaron solo en 2013 con las que nunca lo hicieron. Por lo tanto, las regresiones incluyen aquellas empresas que no exportaron durante el período 2005-2012. La variable dependiente es simplemente $EXP_{i,2013}$, mientras que los regresores son los controles habituales promediados para 2005-2012²⁶. Una vez más, encontramos que la productividad tiene un efecto positivo y significativo sobre la probabilidad de exportar. Además, los

²⁴ Nótese que β_2 , el coeficiente para las empresas salientes, se comporta de manera similar.

²⁵ El análisis presentado en los siguientes dos cuadros es análogo al de Greenaway, Guariglia y Kneller (2007), quienes estudian los efectos de las variables de solvencia y liquidez financiera sobre el estatus de exportado.

²⁶ Dado que el número de observaciones es muy reducido para este ejercicio (así como para el que se encuentra en la siguiente sección), no fue posible incluir efectos fijos por departamento

resultados del Cuadro 27 sugieren que los futuros exportadores tenían niveles mayores de productividad que los no exportadores, incluso antes de ser exportadores. Esto es consistente con las conclusiones presentadas anteriormente por la literatura (Bernard y Jensen 1999; Clerides, Lach y Tybout, 1998).

Cuadro 27
Ventaja de productividad *ex ante*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Productividad	0,166*** (0,0590)	0,197*** (0,0666)	0,152** (0,0725)	0,126* (0,0719)	0,128* (0,0739)
Año		X	X	X	X
Sector			X	X	X
Tamaño				X	X
Edad					X
Observaciones	1.947	1.874	1.874	1.874	1.874

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '***', '**' y '*' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

5.2 Productividad *después* de exportar

En esta subsección, comparamos las empresas que solo exportaron en 2013 con aquellas que también exportaron en otros años. En concreto, estimamos un modelo *probit* de corte transversal en el que el coeficiente estimado mide la diferencia de productividad *ex post* entre las empresas que fueron exportadoras anteriormente y aquellas que comenzaron a exportar en 2013.

Los resultados se presentan en el Cuadro 28. Como puede verse, en general el coeficiente de la productividad no es estadísticamente diferente de 0. Ello sugiere que la condición de exportador no parece aumentar *per se* la productividad de una empresa. En otras palabras, este hallazgo presenta evidencia en contra del argumento del “aprendizaje por exportar” y modera los resultados del Cuadro 26.

Cuadro 28
Ventaja de productividad *ex post*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Productividad	0,0407 (0,0327)	0,0424 (0,0354)	-0,0872* (0,0507)	-0,0148 (0,0505)	-0,0202 (0,0506)
Año		X	X	X	X
Sector			X	X	X
Tamaño				X	X
Edad					X
Observaciones	1.642	1.642	1.638	1.638	1.638

Nota: errores estándar agrupados por firma entre paréntesis. Los coeficientes con '***', '**' y '*' son estadísticamente significativos con niveles de confianza de 1%, 5% y 10%, respectivamente

6. Apertura comercial y crecimiento de la productividad

En las secciones anteriores documentamos el hecho de que las empresas con una mayor productividad son más propensas a participar en los mercados extranjeros a través de las exportaciones. De forma natural surge una pregunta importante sobre política económica: ¿el proceso de liberalización del comercio ayuda a incrementar la productividad agregada?²⁷ La respuesta es muy importante, ya que un aumento en la PTF coadyuva a un mayor crecimiento económico y de los salarios reales. La política económica no puede afectar de manera directa la productividad. No obstante, sí puede afectar el entorno en el que operan las empresas, incluyendo la facilidad de acceso a los mercados extranjeros. Por lo tanto, es posible observar las consecuencias agregadas de incentivar, por ejemplo a través de la política comercial, a aquellas firmas más productivas (y exportadoras). En esta sección ofrecemos algunas ideas sobre la relación entre las políticas comerciales y el crecimiento de la productividad.

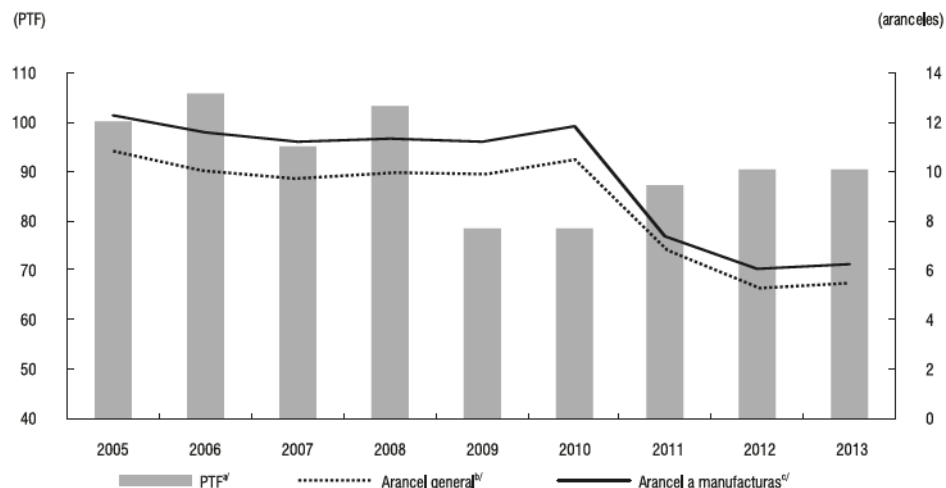
Colombia ha venido liberalizando su economía durante los últimos años. Una forma de apreciar esto es mirar el promedio decreciente de aranceles que impone a las importaciones. El Gráfico 5 presenta el arancel promedio que Colombia impone sobre todas las mercancías (línea negra punteada) y el que impone sobre productos manufacturados (línea negra sólida). Observamos que, en efecto, los aranceles se redujeron durante la última parte del período considerado. El Gráfico 5 también muestra la PTF estimada en la sección 3. Al comparar la evolución de estas dos series encontramos que los aranceles y la PTF están correlacionados de forma negativa. Es decir, que aranceles más bajos se asocian a mayores niveles de productividad agregada.

Si en vez de mirar los aranceles impuestos por Colombia nos centramos en los aranceles impuestos a los productos colombianos por parte de sus socios comerciales, se observa un patrón similar. En el Gráfico 6, presentamos la PTF *vis a vis* el arancel extranjero promedio que enfrentan los exportadores colombianos sobre todas las mercancías (línea negra punteada) y sobre manufactureras solamente (línea negra sólida). Una vez más observamos que los aranceles más bajos están asociados con mayores niveles de productividad agregada en Colombia.

En lugar de aranceles, también podemos medir el nivel de apertura del sector manufacturero con la razón entre el valor total del comercio manufacturero (exportaciones más importaciones) y el valor total de la producción manufacturera. En el Gráfico 7 se representa esta medida de apertura y la PTF agregada, y encontramos que hay una correlación positiva entre el grado de apertura y la PTF. Esto implica que, cuanto más interconectado esté el sector manufacturero con el resto del mundo, mayor será la productividad agregada.

²⁷ Existen varias razones teóricas para creer que las políticas de liberalización del comercio dan lugar a un aumento de la PTF. En primer lugar, en el contexto del modelo de Melitz, reducir los costos del comercio conduce a una expansión de las empresas más productivas a través de una reasignación de recursos dentro de una industria. En segundo lugar, un acceso más fácil a los mercados exportadores puede conducir a una mayor PTF a través de un proceso de aprendizaje. Por último, la liberalización del comercio puede también poner a disposición mejores tecnologías de producción (extranjeras), lo que permite aumentar de este modo la PTF.

Gráfico
Aranceles y productividad



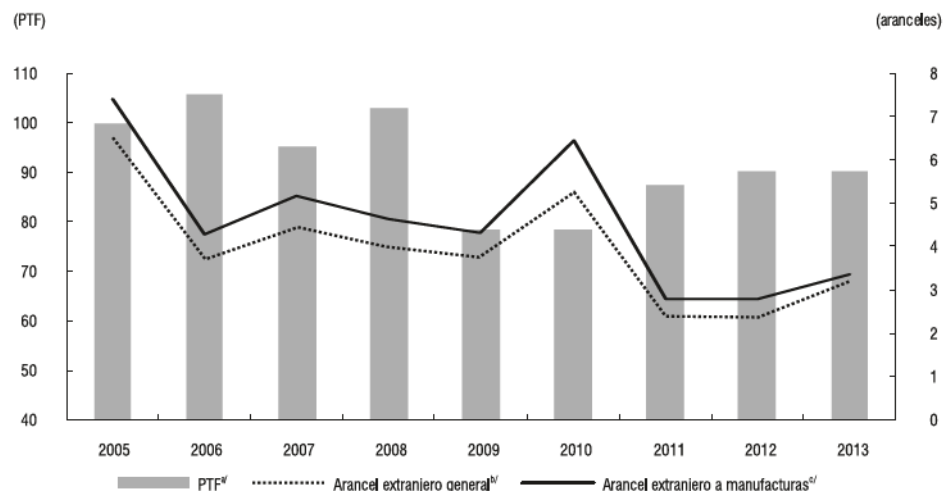
^{a/} PTF representa la productividad total de los factores calculada a nivel de firma y agregada empleando los ingresos como ponderadores.

^{b/} Es el arancel promedio impuesto a todos los bienes importados por Colombia.

^{c/} Es el arancel promedio impuesto por Colombia a los productos manufacturados.

Fuentes: Sirem y TRAINS; cálculos de los autores.

Gráfico
Aranceles extranjeros y productividad



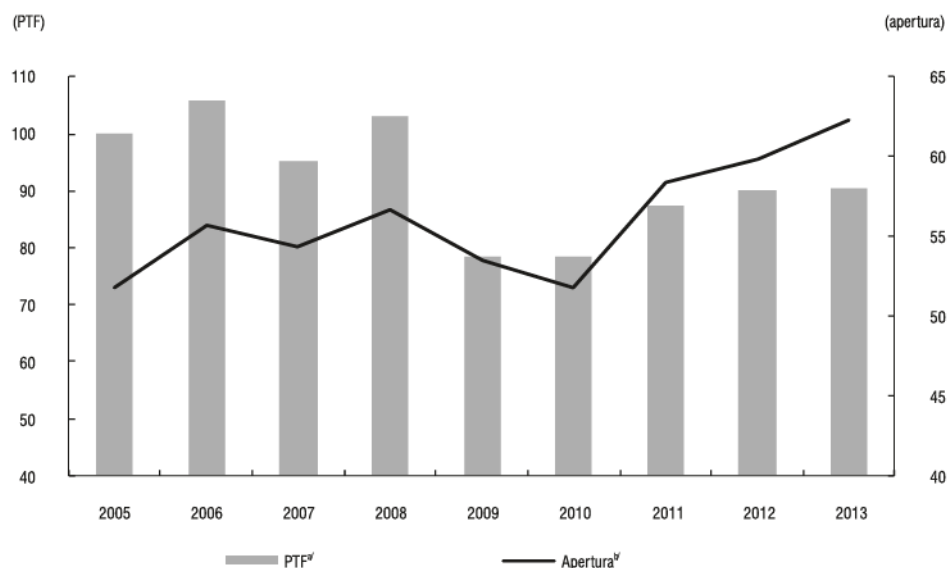
^{a/} PTF representa la productividad total de los factores calculada a nivel de firma y agregada empleando los ingresos como ponderadores.

^{b/} Es el arancel promedio impuesto por el resto del mundo a todos los productos exportados por Colombia.

^{c/} Es el arancel promedio impuesto por el resto del mundo a los productos manufacturados colombianos.

Fuentes: Sirem y TRAINS; cálculos de los autores.

Gráfico Apertura y productividad



^a PTF representa la productividad total de los factores calculada a nivel de firma y agregada empleando los ingresos como ponderadores.

^b Apertura se refiere a la razón entre el comercio de manufacturas (importaciones más exportaciones) y el valor de la producción manufacturera.

Fuentes: Sirem y DANE; cálculos de los autores.

Aunque no son concluyentes, estos resultados son consistentes con la hipótesis de que el proceso de liberalización del comercio aumentó la productividad agregada del sector manufacturero. Algunas de las posibles causas de dicho aumento incluyen la reasignación de recursos hacia las empresas más productivas, el acceso a mejores tecnologías y la entrada de empresas nuevas y más productivas. Valorar la importancia de estas (y otras posibles) causas se encuentra más allá del alcance del presente documento, razón por la cual queda abierto para futuras investigaciones.

7. Conclusión

En este trabajo analizamos la evolución del sector manufacturero colombiano durante el período 2005-2013. Para ello combinamos dos bases de datos a nivel de firma: información operacional del Sirem y datos de aduanas de la DIAN y el DANE. Esta combinación nos permite estimar la productividad total de factores a nivel de firma y relacionarla con diferentes decisiones de la firma en el mercado exportado.

Encontramos que la PTF está fuertemente asociada con una mayor probabilidad de ser exportador. Más aún, los exportadores disfrutan de una prima de productividad por

encima de los no exportadores, y este resultado es robusto a diferentes metodologías de estimación de la PTF. Sin embargo, también encontramos que existen grandes diferencias dentro del grupo de los exportadores. En particular, aquellos que exportan de manera continua tienen una gran prima de productividad, mientras que esta es insignificante para los que dejan de exportar. Por otra parte, encontramos una relación positiva entre la productividad de la firma y el número de productos exportados y la cantidad de mercados extranjeros alcanzados. Además encontramos que los futuros exportadores tienen una ventaja de productividad incluso antes de convertirse en exportadores, pero la evidencia de “aprendizaje por exportar” es débil. Por último, argumentamos que los resultados son consistentes con la existencia de una relación positiva entre la liberalización del comercio y la PTF.

El análisis realizado puede ser ampliado en varias direcciones. En primer lugar, podría evaluarse cómo la productividad afecta el proceso de internacionalización de las firmas. Por ejemplo, podría explorarse si existe un patrón sistemático con respecto a cuáles y en qué orden acceden a los mercados extranjeros. Del mismo modo, podría también investigarse si hay un orden secuencial en los productos que una empresa exporta: si las empresas empiezan por exportar un único producto o varios productos simultáneamente, o si estas expanden su portafolio de exportaciones con nuevos productos similares a los que ya están exportando. Por último, podría caracterizarse el proceso por el cual una empresa accede a los mercados internacionales más allá de las exportaciones. Por ejemplo, también podrían analizarse las decisiones de importación de una firma. Existe evidencia de que la mayoría de las empresas exportadoras son, asimismo, importadoras; no obstante, la relación entre productividad y la condición de una empresa como importadora está aún por estudiarse.

Apéndice

Limpieza de datos

La base de datos original del Sirem incluye más de 223.000 observaciones anuales de empresas durante el período 2005-2013, con un promedio de cerca de 25.000 empresas por año. En este apéndice se describe cómo realizamos la limpieza de los datos para construir la muestra que utilizamos para las estimaciones.

Con el fin de seleccionar las firmas manufactureras, partimos de los datos de los ingresos por producto. De las 223.623 observaciones, 203.096 contienen datos sobre los ingresos y 43.068 reportan ingresos generados por productos manufacturados. Como se mencionó en la sección 2.2, definimos como manufactureras las empresas que reportan ingresos positivos por productos manufacturados en todos los años en que aparecen en la muestra. Este criterio de selección disminuyó la muestra a 36.968 observaciones, correspondientes a 5.760 empresas.

Una vez definimos claramente el subconjunto de las empresas manufactureras, procedimos a limpiar los datos en varios pasos, reduciendo nuestra muestra a las empresas para las cuales existe información completa y consistente para todas las variables necesarias para las estimaciones de la PTF (ingresos operacionales, capital, materias primas utilizadas y número de trabajadores).

En primer lugar, eliminamos las firmas para las cuales no hay información sobre capital o materias primas (dada la forma en que seleccionamos las empresas manufactureras, por construcción tenemos información completa sobre ingresos). Eliminamos 2.456 observaciones correspondientes a las empresas que no disponen de información sobre materias primas en toda la muestra, y 38 observaciones adicionales que no cuentan con información sobre capital.

A continuación, identificamos las firmas para las que los ingresos, el capital, y/o las materias primas presentan tasas anuales de crecimiento exorbitantes (500% o más). A pesar de que se solicita a las empresas reportar estas variables en miles de pesos, una mirada informal a la base de datos sugiere que las empresas pueden haber mezclado las unidades reportadas: pareciera que, en algunos casos, reportaron estas variables en pesos o en millones de pesos, con lo que se introduce ruido a la información. Enfocándonos en las empresas con tasas de crecimiento por encima de este umbral, identificamos las observaciones que parecían mezclar las unidades reportadas. En estos casos, multiplicamos o dividimos el valor reportado por 1.000 (o por el número correspondiente) con el fin de hacerlo comparable con las observaciones de otros años. En definitiva, cambiamos 58 observaciones de ingreso, 147 de materias primas y 66 de capital (en algunos casos a cero, cuando no estaba claro cómo corregir un dato sospechoso).

Luego, si a una empresa le falta información para un solo año en alguna de estas tres variables (pero no para todas), llenamos las brechas interpolando la información de los años adyacentes. Pudimos aproximar 382 valores faltantes para las materias primas, seis para el capital y dos para el ingreso²⁸. Por supuesto, este procedimiento no es válido si

²⁸ Los dos ceros en la serie de ingresos fueron el resultado de los cambios realizados en el paso anterior.

los valores faltantes corresponden al primer o al último año en que la firma aparece en la muestra. En estos casos, eliminamos 2.349 observaciones por falta de información sobre materias primas y 82 observaciones por falta de información sobre el capital. Además, eliminamos 323 observaciones para las cuales los vacíos de información son mayores a un año, de tal forma que no es posible aproximar el valor faltante (a cuatro de ellas les falta información sobre capital, y a 319 sobre materias primas).

El cálculo de las tasas de crecimiento del número de empleados nos permitió identificar un error diferente, específico a las variables de empleo: en algunos casos, el número de empleados y el valor de los salarios parecieran trasponerse. Identificamos 171 observaciones para las cuales este parecía ser un problema, e intercambiamos los valores manualmente. Esto se hizo para cada categoría (masculina/femenina, permanente/temporal, y trabajadores de producción/administrativos/ejecutivos). Para algunas de estas 171 observaciones fue necesario arreglar más de una variable.

Después de limpiar las variables de empleo, calculamos el número total de empleados por firma-año y eliminamos las observaciones con cero trabajadores. No intentamos cubrir brechas de un año interpolando esta variable, puesto que no tenemos una forma clara de distribuir los empleados entre las diferentes categorías utilizadas para nuestros cálculos. En este paso eliminamos 4.813 observaciones.

Además de estos ajustes, identificamos ocho empresas con tasas de crecimiento inexplicablemente altas para algunas variables, pero para las cuales no está claro que haya algún problema con la unidad de reporte, ni tampoco está claro cómo interpolar adecuadamente para obtener valores plausibles para todas las variables. Por eso eliminamos las 18 observaciones correspondientes.

Después de este proceso de limpieza nos quedamos con 26.889 observaciones correspondientes a 4.990 firmas. Al eliminar todas las observaciones de las empresas clasificadas como fabricantes de coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear (CIU 23), o como fabricantes de metales básicos (CIU 27), nos quedamos con 26.132 observaciones correspondientes a 4.879 empresas. Esta es la muestra que empleamos para nuestras estimaciones.

Referencias

- Akerberg, D.; Benkard, L.; Berry, S.; Pakes, A. (2007). "Econometric Tools for Analyzing Market Outcomes", en Heckman, J. y Leamer, E. (eds.), *The Handbook of Econometrics*, Amsterdam, North-Holland.
- Akerberg, D.; Caves, K.; Frazer, G. (2015). "Identification Properties of Recent Production Function Estimators", en *Econometrica*, vol. 83, núm. 6, pp. 2411-2451.
- Arellano, M.; Bond, S. (1991). "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations", en *Review of Economic Studies*, vol. 58, núm. 2, pp. 277-297.
- Aw, B. Y.; Chung, S.; Roberts, M. (2000). "Productivity and Turnover in the Export Market: Micro-level Evidence from the Republic of Korea and Taiwan", en *The World Bank Economic Review*, vol. 14, núm. 1, pp. 65-90.

- Baldwin, J.; Gu, W. (2003). "Export-Market Participation and Productivity Performance in Canadian Manufacturing", en *Canadian Journal of Economics*, vol. 36, núm. 3, pp. 634-657.
- Bernard, A. B.; Jensen, J. Bradford (1999). "Exceptional Exporter Performance: Cause, Effect, or Both?", en *Journal of International Economics*, vol. 47, núm. 1, pp. 1-25.
- Carranza, J. E.; Moreno, S. (2013). "Tamaño y estructura vertical de la cadena de producción industrial colombiana desde 1990", en Borradores de Economía, núm. 751, Bogotá, Banco de la República.
- Clerides, S. K.; Lach, S.; Tybout, J. R. (1998). "Is Learning by Exporting Important? Micro-Dynamic Evidence from Colombia, Mexico, and Morocco", en *Quarterly Journal of Economics*, vol. 113, núm. 3, pp. 903-947.
- Crinò, R.; Epifani, P. (2012). "Productivity, Quality and Export Behaviour", en *The Economic Journal*, vol. 122, núm. 565, pp. 1206-1243.
- De Loecker, J. (2007). "Do Exports Generate Higher Productivity? Evidence from Slovenia", en *Journal of International Economics*, vol. 73, núm. 1, pp. 69-98.
- De Loecker, J.; Warzynski, F. (2012). "Markups and Firm-Level Export Status", en *American Economic Review*, vol. 102, núm. 6, pp. 2437-2471.
- Echavarría, J. J.; Arbeláez, M. A.; Rosales, M. F. (2006). "La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana", en Borradores de Economía, núm. 374, Bogotá, Banco de la República.
- Edwards, S. (1998). "Openness, Productivity and Growth: What Do We Really Know?", en *Economic Journal*, vol. 108, núm. 447, pp. 383-398.
- Eslava, M.; Haltiwanger, J.; Kugler, A.; Kugler, M. (2004). "The Effects of Structural Reforms on Productivity and Profitability Enhancing Reallocation: Evidence from Colombia", en *Journal of Development Economics*, vol. 75, núm. 2, pp. 333-371.
- Fernandes, A. M.; Isgut, A. E. (2005). "Learning-by-Doing, Learning-by-Exporting, and Productivity: Evidence from Colombia", en *Policy Research Working Paper*, núm. 3544, Washington, The World Bank.
- Gandhi, A.; Navarro, S.; Rivers, D. (2017). "On the Identification of Production Function", Documentos de Trabajo, Universidad de Ontario Occidental.
- Gandhi, A.; Navarro, S.; Rivers, D. (2017b). "How Heterogeneous is Productivity? A comparison of Gross output and value added", Documentos de trabajo, Universidad de Ontario Occidental.
- Greenaway, D.; Guariglia, A.; Kneller, R. (2007). "Financial Factors and Exporting Decisions", en *Journal of International Economics*, vol. 73, núm. 2, pp. 377-395.
- Levinsohn, J.; Petrin, A. (2003). "Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables", en *Review of Economic Studies*, vol. 70, núm. 2, pp. 317-342.
- López, R. (2006). "Impacto de las exportaciones en la productividad del sector manufacturero colombiano", en *Archivos de Economía*, núm. 299, Bogotá, Departamento Nacional de Planeación.
- Meléndez, M.; Seim, K. (2006). "La productividad del sector manufacturero colombiano y el impacto de la política comercial: 1977-2001", en *Desarrollo y Sociedad*, núm. 57, pp. 1-41.

- Olley, G. S.; Pakes, A. (1996). "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry", en *Econometrica*, vol. 64, núm. 6, pp. 1263-1297.
- Pagan, A. (1984). "Econometric Issues in the Analysis of Regressions with Generated Regressors", en *International Economic Review*, vol. 25, núm. 1, pp. 221-247.
- Parra Oviedo, C. (2003). "¿Somos productivos porque exportamos o exportamos porque somos productivos? Un análisis microeconómico del sector manufacturero colombiano", tesis de maestría, Bogotá, Universidad de los Andes.
- Pavcnik, N. (2002). "Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants", en *Review of Economic Studies*, vol. 69, núm. 1, pp. 245-276.
- Rivers, D. (2010). "Are Exporters More Productive than Non-Exporters?". Documentos de trabajo, Universidad de Ontario Occidental.
- Van Biesebroeck, J. (2005). "Exporting Raises Productivity in sub-Saharan African Manufacturing Firms", en *Journal of International Economics*, vol. 67, núm. 2, pp. 373-391.
- Wacziarg, R.; Welch, K. H. (2008). "Trade Liberalization and Growth: New Evidence", en *World Bank Economic Review*, vol. 22, núm. 2, pp. 187-231.
- Wagner, J. (2007). "Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm-level Data", en *The World Economy*, vol. 30, núm. 1, pp. 60-82.

5. Relación entre el estado de salud de los individuos y su participación laboral: evidencia para Colombia

Ana María Iregui-Bohórquez
Ligia Alba Melo-Becerra
María Teresa Ramírez-Giraldo*

La salud, como la educación, es un componente importante del capital humano que desempeña un papel crucial en el crecimiento económico como determinante de la oferta de trabajo (Becker, 1964; Strauss y Thomas, 1998; Weil, 2014). Malas condiciones de salud pueden afectar de manera negativa la productividad del trabajo y, en consecuencia, el crecimiento económico de largo plazo. Así, el estudio de la relación entre la percepción del estado de salud de los individuos y su participación laboral es importante debido al costo, en términos de la pérdida de producción e ingresos, de una reducción de la participación de la fuerza de trabajo como resultado de la condición de salud de los individuos.

La relación entre el estado de salud y la participación en el mercado laboral ha sido estudiada empíricamente por varios autores. Estos se han concentrado en los posibles problemas de endogeneidad asociados con las características no observables de los individuos, así como en la posible determinación simultánea de estas dos variables (véanse, por ejemplo, Stern, 1989; Cai y Kalb, 2006; Laplagne *et al.*, 2007). Dichos estudios también se han enfocado en la elección del indicador de la salud de los individuos y en los problemas asociados con su medición.

Aunque existe una amplia literatura sobre los determinantes de la participación en la fuerza laboral en Colombia (por ejemplo, Arango y Posada, 2005; Amador *et al.*, 2013; González *et al.*, 2014), la salud no se ha incluido en estos análisis. El objetivo de este capítulo es avanzar en el estudio de la relación entre el estado de salud de los individuos y

* Las autoras son investigadoras principales de la Unidad de Investigaciones del Banco de la República. Agradecemos a Ximena Cadena, Directora del Proyecto ELCA, por suministrarnos la información de la encuesta. También a Luis Eduardo Arango, Jesús Otero, Rainer Wilkelmann, Héctor Zárate y a un evaluador anónimo por sus comentarios y sugerencias y a Carmen Cecilia Delgado, Helena González y Sonia Salazar por su asistencia durante el desarrollo de esta investigación.

Las opiniones expresadas aquí son responsabilidad de las autoras y no reflejan necesariamente las opiniones del Banco de la República ni de su Junta Directiva.

su participación en la fuerza laboral en Colombia. Para ello, utilizamos información recogida por la primera etapa de la *Encuesta longitudinal colombiana* de la Universidad de los Andes (ELCA) para personas de ingresos medios y bajos que habitan en áreas urbanas. El análisis se realizó por género y grupos de edad. El estudio de este tema es importante para un país de ingresos medios como Colombia, dado que la estimación del impacto entre estas dos variables podría brindar información sobre las políticas públicas destinadas a mejorar la salud de las personas y el consiguiente efecto sobre el mercado de trabajo.

En términos generales, los resultados muestran que existe una relación positiva entre la salud y la participación en la fuerza laboral en ambas direcciones, lo que indica que una mejor percepción de salud aumenta la probabilidad de participar en el mercado laboral y que aquellos que participan tienen mayor probabilidad de reportar un mejor estado de salud. Sin embargo, hay diferencias importantes por género y grupos de edad.

Este capítulo se divide en cinco secciones, además de esta introducción; la primera sección contiene una breve revisión de la literatura; en la segunda, se presenta el modelo utilizado en las estimaciones; la tercera sección describe los datos utilizados en el análisis; en la cuarta, se discuten la estrategia empírica y los resultados, y en la última sección se presentan las principales conclusiones.

1. Revisión de la literatura

Los estudios teóricos que relacionan capital humano y mercado laboral se remontan a los trabajos de Schultz (1961), Becker (1964) y Grossman (1972). Según estos autores, la educación y la salud son los factores más importantes para determinar el acervo de capital humano de los individuos, y en esta medida son cruciales en su decisión de trabajar. A raíz de estos estudios teóricos, hubo un creciente interés por evaluar la relación entre la salud y la participación en el mercado laboral. Por ejemplo, Currie y Madrian (1999) presentan una revisión detallada de la literatura sobre la relación entre la salud y la participación laboral; en su estudio concluyen que la mala salud reduce la participación laboral, la productividad y los salarios.

Esta relación fue estudiada de manera específica para los Estados Unidos por Bartel y Taubman (1979), quienes estiman los efectos de enfermedades específicas sobre las tasas de salarios y horas de trabajo de gemelos hombres, de raza blanca y quienes, además, son veteranos de guerra. Los autores encuentran un fuerte efecto negativo sobre las ganancias y la oferta de trabajo de aquellos con algunas enfermedades crónicas, aunque el impacto depende de la enfermedad específica. También para los Estados Unidos, Stern (1989) estima el impacto de diferentes medidas de discapacidad sobre la participación en el mercado de trabajo y halla que cada medida explica una parte importante de la variación en la participación laboral.

Recientemente, Cai y Kalb (2006), Laplagne *et al.* (2007) y Cai (2010) examinan el efecto de la salud autopercebida sobre la participación de la fuerza de trabajo en Australia; encontraron una relación positiva entre la buena salud y la participación laboral, aunque con algunas diferencias por género y edad. También, para ese país, Harris (2009), Zhang *et al.* (2009) y Forbes *et al.* (2010) analizan el impacto de las enfermedades crónicas sobre

los resultados del mercado de trabajo; sus investigaciones concluyen que la reducción en la incidencia de enfermedades crónicas está asociada con mayores niveles de participación laboral y productividad. Holt (2010) y Carter *et al.* (2013) encuentran resultados similares para Nueva Zelanda. En Alemania, Jäckle y Himmeler (2010) muestran que la buena salud conduce a salarios más altos para los hombres, y para Canadá, Campolieti (2002) halla que la discapacidad tiene un efecto negativo sobre la participación laboral de los hombres mayores.

Por otra parte, Handa y Neitzert (1998), Mete y Schultz (2002), Pandey (2009) y Van Gameren (2010) estudian la relación entre la salud y la participación en la fuerza de trabajo de hombres y mujeres de edad avanzada en Jamaica, Taiwán, India y México, respectivamente. En general, los autores encuentran que la salud tiene un impacto positivo y significativo en la participación laboral, en especial para los hombres mayores

En cuanto a América Latina, el Banco Interamericano de Desarrollo presenta una colección de artículos en la que varios autores examinan la relación entre salud y salarios en diferentes países (Savedoff y Schultz, 2000). En México, Parker (2000) analiza esta relación para las personas mayores. En Perú, Murrugarra y Valdivia (2000) examinan los rendimientos de la salud a través de la distribución de los salarios de los adultos, mientras que Cortez (2000) estima la relación entre la salud y la productividad. Del mismo modo, para Nicaragua, Espinosa *et al.* (2000) evalúan la relación entre la productividad y el estado de salud. Por último, para Colombia, Ribero y Núñez (2000) analizan el impacto de dos indicadores de salud, días de incapacidad y estatura, en la productividad laboral y los salarios. En general, todos los documentos concluyen que la salud tiene un impacto significativo en los ingresos de los individuos

Vale la pena mencionar que para Colombia el efecto de los factores asociados con la salud individual sobre el mercado laboral no se ha analizado de un modo suficiente. Además del artículo de Ribero y Núñez (1999), Ribero (2000) estudia los determinantes de salud de los individuos y su efecto sobre la productividad en las zonas urbanas y rurales por género. La autora estima ecuaciones de Mincer, incluye indicadores de salud como regresores adicionales y encuentra que los días de incapacidad tienen una correlación débil con los ingresos, mientras que hay una correlación positiva entre la estatura y el ingreso. Por su parte, Gallego, Ramírez y Sepúlveda (2005) investigan los determinantes del estado de salud de los individuos; encontraron que el ingreso y la educación tienden a influenciar positivamente su salud, mientras que la edad la afecta de manera negativa. Otras investigaciones se han centrado, sobre todo, en la evaluación de los aspectos institucionales del sector de la salud —véanse, por ejemplo Bernal y Gutiérrez (2012) y Guerrero *et al.* (2011)—.

Por último, si bien existe una amplia literatura sobre la participación laboral en Colombia, el estado de salud no se ha considerado como un factor determinante —véanse, por ejemplo, López (1995); Tenjo y Ribero (1998); Santamaría (2001); Arango *et al.* (2003); Arango y Posada (2005) y González *et al.* (2014)—. Algunos autores estudian específicamente la participación laboral femenina sin tener en cuenta la salud —véanse, por ejemplo, Arango y Posada (2007); Robbins *et al.* (2009); Alvis-Guzmán *et al.* (2010); Castro *et al.* (2011); Amador *et al.* (2013) y Martínez (2013)—.

2. Descripción del modelo

El modelo utilizado en este trabajo sigue a Stern (1989), Cai y Kalb (2006) y Laplagne *et al.* (2007). El modelo relaciona la participación laboral y el estado de salud, teniendo en cuenta la endogeneidad potencial entre esas dos variables. En particular, dichos autores identifican tres causas que podrían explicar esta endogeneidad: 1. Las características no observables de los individuos (por ejemplo, la motivación, la capacidad innata o las preferencias); 2. La racionalización de la conducta, que ocurre cuando las personas justifican su no participación en la fuerza laboral reportando un mal estado de salud, cuando se utiliza la salud autopercibida como un indicador del estado de salud y 3. La determinación simultánea de la salud y la participación laboral. Según estos autores, la causalidad entre la salud y la participación laboral podría funcionar en ambos sentidos. La salud puede ser endógena a la oferta de trabajo, ya que con objeto de mejorar o mantener un estado de salud dado, los individuos tienen que invertir en su salud, para lo cual se requieren recursos. La disponibilidad de recursos puede depender de la participación laboral de la persona. A su vez, las actividades en el mercado de trabajo también lograrían tener un impacto directo en la salud individual.

El modelo relaciona la participación laboral y la salud por medio de tres ecuaciones¹. La primera de ellas determina la participación laboral con base en una medida latente de la verdadera salud y un conjunto de variables exógenas:

$$p_i^* = \gamma_1 h_i^{**} + \beta_1 X_{p,i} + \varepsilon_{1,i} \quad (1)$$

donde p_i^* es el valor latente de la participación laboral del individuo i ; h_i^{**} es la variable latente de la verdadera salud del individuo i ; $X_{p,i}$ es un conjunto de características exógenas del individuo i , y $\varepsilon_{1,i}$ es el término de error que se supone se distribuye normalmente. La segunda ecuación describe la determinación de la variable latente de la verdadera salud (h_i^{**}) condicionada a la participación laboral y a un conjunto de variables exógenas:

$$h_i^{**} = \gamma_2 p_i^* + \beta_2 X_{h,i} + \varepsilon_{2,i} \quad (2)$$

donde $X_{h,i}$ es un conjunto de características exógenas de los individuos y $\varepsilon_{2,i}$ es el término de error que se supone se distribuye normalmente. $X_{p,i}$ y $X_{h,i}$ pueden tener algunas variables en común. La tercera ecuación, asocia la verdadera salud y la salud autopercibida reportada (h_i^*), ya que la primera es no observable. En este caso, la variable h_i^* depende de la verdadera salud y de la participación en la fuerza de trabajo:

$$h_i^* = h_i^{**} + \alpha p_i^* + \mu_i \quad (3)$$

donde μ_i es el término de error, que se asume normalmente distribuido. Sustituyendo la ecuación (2) en la ecuación (3) se obtiene:

¹ Se sigue de cerca la notación de Cai y Kalb (2006).

$$h_i^* = \theta_h p_i^* + \beta_2 X_{h,i} + \varepsilon_{h,i} \quad (4)$$

donde $\theta_h = \gamma_2 + \alpha$; y $\varepsilon_{h,i} = \varepsilon_{2,i} + \mu_i$. A partir de (3), se deduce que $h_i^{**} = h_i^* - \alpha p_i^* - \mu_i$, y sustituyendo esto en la ecuación (1), se obtiene:

$$p_i^* = \theta_p h_i^* + \beta_p X_{p,i} + \varepsilon_{p,i} \quad (5)$$

donde $\theta_p = \frac{\gamma_1}{1 + \gamma_1 \alpha}$; $\beta_p = \frac{\beta_1}{1 + \gamma_1 \alpha}$ y $\varepsilon_{p,i} = \frac{\varepsilon_{1,i} - \gamma_1 \mu_i}{1 + \gamma_1 \alpha}$. Como Cai y Kalb (2006) mencionan, $\varepsilon_{h,i}$ y $\varepsilon_{p,i}$ están correlacionados por medio de μ_i aun si se asume que $\varepsilon_{1,i}$ y $\varepsilon_{2,i}$ son independientes. Sin embargo, es muy probable que $\varepsilon_{1,i}$ y $\varepsilon_{2,i}$ estén correlacionados debido a la presencia de variables no observables que pueden afectar tanto la participación laboral como la salud.

Las ecuaciones (4) y (5) constituyen un sistema de ecuaciones simultáneas y los parámetros a estimar son θ_h , θ_p , y β_p . Las formas reducidas de las ecuaciones (4) y (5) pueden escribirse como:

$$h_i^* = \left[\frac{1}{1 - \theta_h \theta_p} \right] [\theta_h \beta_p X_{p,i} + \beta_h X_{h,i} + (\varepsilon_{h,i} + \theta_h \varepsilon_{p,i})] \quad (6)$$

y

$$p_i^* = \left[\frac{1}{1 - \theta_h \theta_p} \right] [\theta_p \beta_h X_{h,i} + \beta_p X_{p,i} + (\varepsilon_{p,i} + \theta_p \varepsilon_{h,i})] \quad (7)$$

donde se asume que $\varepsilon_{p,i}$ y $\varepsilon_{h,i}$ siguen una distribución estándar normal bivariada con un coeficiente de correlación ρ

3. Datos

Los datos utilizados en este trabajo provienen de la primera ronda de la Encuesta Longitudinal Colombiana de la Universidad de los Andes (ELCA), que recoge información detallada sobre empleo, ingreso, consumo, educación, salud, composición de los hogares y capital social². Otras encuestas disponibles, como la Encuesta de Calidad de Vida (del Departamento Nacional de Estadística), tienen buena información socioeconómica, pero la de salud es bastante limitada. De otro lado, la Encuesta Nacional de Salud (del Ministerio de Salud) se especializa en variables relacionadas con la salud, por lo que en ella la información sobre el mercado de trabajo es bastante limitada.

² Para el análisis empírico, solo se dispone de la primera ronda de la Encuesta Longitudinal Colombiana de la Universidad de los Andes, y en esta medida se utilizan datos de corte transversal. Una de las posibles desventajas de utilizar estos datos, frente a los datos de panel, sería que no permite controlar una potencial heterogeneidad no observable en las variables de salud y participación laboral, al brindar estimadores menos eficientes frente a los que se obtendrían si se utilizaran datos de panel.

La ELCA se realizó durante el primer semestre de 2010 y se aplicó a 10.800 hogares (6.000 en las zonas urbanas y 4.800 en las rurales). El análisis empírico se centra en la muestra urbana, que es representativa de los hogares en los primeros cuatro estratos socioeconómicos, en las siguientes cinco regiones del país: Bogotá, Central, Oriental, Atlántica y Pacífico³. Nos concentramos en las respuestas del jefe del hogar y su cónyuge, mayores de 12 años y menores de 66 y se obtuvo una muestra total de 8.574 personas en edad de trabajar⁴. La muestra se dividió por género y grupos de edad, en hombres y mujeres entre 13 y 40 años y hombres y mujeres con edades comprendidas entre 41 y 65 años.

La ELCA contiene amplia información sobre la participación laboral de los individuos y su estado de salud. Respecto a la primera, se les preguntó a las personas si durante la semana anterior, él o ella había trabajado en forma remunerada durante al menos una hora, había trabajado como ayudante familiar sin remuneración durante al menos una hora, no trabajó pero tenía un empleo o trabajo de al menos una hora, trabajó durante al menos una hora y buscó trabajo, estaba incapacitado de manera permanente para trabajar, o ninguna de las anteriores. Si la persona respondió afirmativamente alguna de las cuatro primeras alternativas, se considera que él/ella participa en la fuerza laboral y la variable toma el valor de 1; si el individuo respondió afirmativamente alguna de las dos últimas alternativas, se considera que él/ella no participa en la fuerza laboral y la variable toma el valor de 0. En esta muestra, el 70% de los individuos participa en el mercado laboral.

En lo que corresponde a la variable salud, es importante mencionar que la literatura identifica dos tipos de indicadores de salud: objetivos y subjetivos (Currie y Madrian, 1999). En general, no hay consenso en cuanto a qué medida es la más adecuada; la elección depende, sobre todo, de la disponibilidad de la información. Algunos ejemplos de los indicadores más utilizados son: 1. Salud autopercebida; 2. Limitaciones a la capacidad de trabajar o realizar actividades cotidianas; 3. Presencia de enfermedades (específicas y/o crónicas); 4. Uso del seguro de salud; 5. Presencia de malos hábitos de salud (alcohol, drogas, tabaco, etc.), y 6. Estado nutricional, como el peso, la altura o el índice de masa corporal. En este trabajo, utilizamos el estado de salud autopercebido incluido en la encuesta.

De manera específica, en la encuesta se pidió a las personas evaluar, en una escala de 0 a 100, su estado de salud actual. En esta escala, 100 corresponde a la mejor condición de salud y 0 a la peor. Con base en la distribución de las respuestas a esta pregunta, se creó una variable categórica para indicar la percepción de la salud individual⁵. Esta variable contiene cuatro categorías: excelente = 3 (respuestas entre 90 y 100); buena = 2 (respuestas entre 79 y 89); regular = 1 (respuestas entre 50 y 78) y mala = 0 (respuestas menores de 50). En la muestra, el 48% de las personas reportan una salud excelente, 34% buena salud, 15% salud regular, y 3% mala salud. Además, tanto los hombres como las mujeres más jóvenes reportan una mejor salud que los mayores. Por ejemplo, mientras que el 61%

³ Los estratos uno a cuatro incluyen hogares de ingresos bajos y medios. La encuesta excluye los estratos cinco y seis, que corresponden a los estratos socioeconómicos más altos.

⁴ En Colombia, la población en edad de trabajar, en zonas urbanas, incluye personas de 12 años y más.

⁵ Es importante señalar que la salud autopercebida podría utilizarse para racionalizar la participación laboral. Cai y Kalb (2006) afirman que la racionalización haría que la variable salud sea endógena y su efecto sería sobrestimado. Además, es importante tener en cuenta que esta medida de salud puede sufrir errores de medición en las respuestas de los encuestados.

de los hombres jóvenes reportan una salud excelente, 44% de los hombres mayores lo reportan; para las mujeres, estos porcentajes son del 51% y 38%, respectivamente.

El Cuadro 1 relaciona la participación laboral con el estado de salud autopercebida para la muestra completa, así como para cada uno de los grupos definidos antes. Los resultados indican que para todos los grupos, el porcentaje de personas en la fuerza laboral aumenta con una mejor salud. Por ejemplo, en la muestra completa, mientras que el 43,6% de las personas que reportaron problemas de salud no están en el mercado laboral, solo el 26,9% de los individuos con una salud excelente no lo están. En general, para todas las categorías de salud autopercebida, los hombres participan más que las mujeres; asimismo, hombres y mujeres mayores participan menos que los más jóvenes.

Teniendo en cuenta la posible endogeneidad discutida antes, se estimó un modelo de ecuaciones simultáneas⁶. Más específicamente, consideramos una ecuación para la participación laboral y otra para el estado de salud. Aunque ambas ecuaciones comparten algunas de las variables explicativas, se incluye un conjunto diferente de regresores en cada ecuación para garantizar la identificación de los parámetros del modelo (véase el Apéndice B para una descripción de las variables y sus estadísticas descriptivas).

La ecuación de participación laboral incluye las variables consideradas tradicionalmente en la literatura, como la edad, la edad al cuadrado, el estado civil, el nivel de estudios (técnicos, tecnológicos, universitarios, de posgrado), los ingresos diferentes a las rentas del trabajo, y la presencia de niños menores de 5 años en el hogar. También se controló por la región en la que vive la familia, por la participación del cónyuge en la fuerza de trabajo, y si el hogar es beneficiario del programa Familias en Acción. Por último, como uno de los principales objetivos de este trabajo es comprobar si la salud afecta la participación laboral, la variable de la condición de salud autopercebida del individuo se incluyó como un regresor adicional.

Cuadro 1
Relación entre la participación laboral y el estado de salud autopercebida

Fuerza de trabajo	Salud autopercebida				Total
	Excelente (3)	Buena (2)	Regular (1)	Mala (0)	
	(porcentaje)				
Muestra completa					
Participa	73,1	70,7	63,5	56,4	70,3
No participa	26,9	29,3	36,5	43,6	29,7
Hombres					
Participa	92,4	87,9	85,6	74,7	89,6
No participa	7,6	12,1	14,4	25,3	10,4
Hombres entre 13 y 40 años					
Participa	94,9	92,3	94,3	88,5	94,0
No participa	5,1	7,7	5,7	11,5	6,0

⁶ Véase por ejemplo, Cai y Kalb (2006) y Zhang *et al.* (2009).

Cuadro 1 (continuación)

Relación entre la participación laboral y el estado de salud autopercebida

Fuerza de trabajo	Salud autopercebida				Total
	Excelente (3)	Buena (2)	Regular (1)	Mala (0)	
	(porcentaje)				
Hombres entre 41 y 65 años					
Participa	89,4	85,0	81,8	68,9	85,9
No participa	10,6	15,0	18,2	31,1	14,1
Mujeres					
Participa	56,5	58,2	51,4	48,2	55,8
No participa	43,5	41,8	48,6	51,8	44,2
Mujeres entre 13 y 40 años					
Participa	56,9	59,7	56,4	51,3	57,6
No participa	43,1	40,3	43,6	48,8	42,4
Mujeres entre 41 y 65 años					
Participa	55,9	56,7	48,2	46,0	54,1
No participa	44,1	43,3	51,8	54,0	45,9

Fuente: cálculos de los autores con base en el Apéndice A.

En cuanto a la ecuación de la salud, además del conjunto de variables comunes (edad, estado civil, nivel educativo y ubicación geográfica del hogar), se considera el grupo étnico de la persona y el estrato socioeconómico de la familia. Con el fin de tener en cuenta los factores genéticos se incluyeron dos variables dicótomas que indican si el padre/madre tenía/tiene una enfermedad crónica. Además, para tener en cuenta el impacto del régimen de seguridad social al que pertenece el individuo, consideramos si está afiliado al régimen contributivo de salud. En Colombia, el sistema de seguridad social en salud consta de tres regímenes, cada uno con diferentes servicios de salud: contributivo, no contributivo (subsidiado) y especial (por ejemplo, las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional)⁷. En la muestra utilizada, el 56,4% de los individuos están afiliados al régimen contributivo, 39,4% al régimen subsidiado, y el 4,2% al régimen especial. Del mismo modo, para evaluar el efecto de los programas del gobierno en la salud de las personas, se incluye el programa Familias en Acción como una variable dicótoma para indicar si el hogar es un beneficiario del programa⁸. Por otra parte, consideramos los factores de riesgo asociados con la vivienda donde vive la familia, que podrían afectar la salud del individuo; específicamente, si la residencia se encuentra cerca de lugares riesgosos (por ejemplo, fábricas, vertederos, mataderos, plantas

⁷ El régimen contributivo funciona como un sistema de seguros que ofrece un plan básico de salud. Este cubre a los trabajadores vinculados con un contrato de trabajo, pensionados y trabajadores independientes. El régimen no contributivo o subsidiado cubre a las personas más pobres y vulnerables en el país y se financia con recursos públicos (Melo y Ramos, 2010). Es importante mencionar que la Sentencia de la Corte Constitucional T-760 de 2008, ordenó igualar los planes de beneficios de los regímenes contributivo y subsidiado. Sin embargo, en el momento de realizar la encuesta, los regímenes contributivo y subsidiado prestaban diferentes servicios de salud.

⁸ Familias en Acción es un programa gubernamental dirigido a las familias en situación de pobreza y vulnerabilidad, que proporciona transferencias monetarias condicionadas con el fin de complementar los ingresos y mejorar la salud y la educación de los niños menores de 18 años.

de energía, tuberías de aguas residuales), y si la vivienda se ha visto afectada por desastres naturales (por ejemplo, inundaciones, avalanchas, desbordamiento de ríos, terremotos). Por último, para tener en cuenta la posible endogeneidad entre la salud y la fuerza de trabajo, en esta ecuación se incluyó la variable participación laboral.

4. Estrategia empírica y resultados

Conforme a la especificación teórica del modelo, la simultaneidad es una característica importante en nuestra estimación. Vale la pena señalar que en la ecuación de la participación laboral la variable dependiente es binaria, mientras que en la ecuación de salud la variable dependiente es ordinal (cuatro categorías). Si simplificamos el modelo y dejamos de lado la parte ordenada, entonces de manera esencial tenemos un modelo de tipo probit bivariado con simultaneidad completa, lo cual es “lógicamente inconsistente”; véanse, por ejemplo, Maddala (1983, p. 119) y Winkelmann y Boes (2006). Por lo tanto, se decidió utilizar modelos de probabilidad lineales y mínimos cuadrados ordinarios⁹.

Específicamente, estimamos los efectos de la salud y de la participación laboral de los individuos por medio de variables instrumentales y mínimos cuadrados en dos etapas (VI-MC2E) para abordar la endogeneidad potencial entre estas variables —Laplagne *et al.* (2007); Cai y Kalb (2006); Cai (2010) y Bartel y Taubman (1979)—. De no hacerlo, se obtendrían estimaciones sesgadas e inconsistentes. En este método de estimación, cada ecuación es estimada por separado y todas las variables exógenas son utilizadas como instrumentos (véase Wooldridge, 2006).

Inicialmente, se prueba la endogeneidad de la variable salud en la ecuación de participación laboral y la endogeneidad de la variable participación laboral en la ecuación de salud, con el fin de determinar si el método de estimación es el apropiado¹⁰. Si la variable salud no es endógena, se estima un modelo probit para la participación en la fuerza laboral. A su vez, si la variable participación laboral tampoco lo es, se estima un modelo probit ordenado para la salud, dado que la variable estado de salud tiene cuatro categorías ordenadas, a saber, mala = 0, regular = 1, buena = 2 y excelente = 3. Los modelos se estiman para cuatro grupos diferentes: mujeres entre 13 y 40 años, hombres en el mismo rango de edad, mujeres entre 41 y 65 años y hombres de las mismas edades. En todos los casos, las condiciones de identificación (orden y rango) indican que ambas ecuaciones están sobreidentificadas.

El Cuadro 2 presenta los resultados de las ecuaciones de participación laboral de las mujeres entre 13 y 40 años y entre 41 y 65 años y el Cuadro 3 muestra los resultados

⁹ Otro método de estimación podría ser el probit bivariado. Este método no permite que consideremos ni simultaneidad completa ni las cuatro categorías en la variable de estado de salud. No obstante, se estimaron modelos probit bivariados, asumiendo dos categorías para la variable salud (buena y mala). Estos resultados no son reportados aquí, pero están disponibles. Además, un método alternativo podría ser mínimos cuadrados en tres etapas. Sin embargo, decidimos no presentar los resultados de este método de estimación debido a que los estimadores son inconsistentes cuando los errores son heteroscedásticos.

¹⁰ Se utilizaron dos pruebas de endogeneidad: la de *Wooldridge's score test* y una prueba de exogeneidad que admite errores heteroscedásticos y autocorrelacionados. Para más detalles véase Wooldridge (2006), capítulo 15, p. 532. Junto con estas pruebas, se realizaron pruebas de la significancia conjunta de los instrumentos utilizados y de las restricciones de sobre-identificación en el modelo (véase el Apéndice C).

para los hombres entre los mismos rangos de edad¹¹. Al principio, los modelos se estimaron utilizando variables instrumentales y mínimos cuadrados en dos etapas en todos los grupos. A continuación, se realizaron pruebas de endogeneidad para el estado de salud; la hipótesis nula de exogeneidad es rechazada en el grupo de mujeres entre 13 y 40 años (véase el Apéndice C); en todos los otros casos la hipótesis no es rechazada. Así, en el caso de las mujeres entre 13 y 40 años de edad, la salud es endógena a la participación laboral, lo que indica que para mantener o mejorar la salud se requieren recursos que dependen de su participación en el mercado laboral. Esta endogeneidad podría estar relacionada con la edad fértil de este grupo, o ser el resultado de características no observables. Por ejemplo, la aspiración de tener una carrera puede no solo aumentar la probabilidad de participación, sino también hacerlas más vulnerables a los problemas de salud relacionados con el estrés, al tratar de combinar las exigencias de una carrera laboral y las responsabilidades familiares (Cai y Kalb, 2006). Además, para este grupo, el coeficiente indica que una mejor salud aumenta la probabilidad de participación.

Cuadro 2
Ecuación de participación laboral femenina por grupos de edad

Variables	Mujeres entre 13 y 40 años		Mujeres entre 41 y 65 años	
	VI-MC2E	Errores estándar robustos	<i>Probit</i>	Errores estándar robustos
Salud	0,3178***	(0,091)		
Salud regular (1)			0,1443	(0,140)
Salud buena (2)			0,2872**	(0,136)
Salud excelente (3)			0,2490*	(0,136)
Edad	0,0638***	(0,018)	0,2151***	(0,071)
Edad al cuadrado	-0,0008***	(0,000)	-0,0026***	(0,000)
Estado civil	-0,1492**	(0,062)	-0,2768**	(0,110)
Mujer jefe de hogar	0,0673*	(0,041)	0,2630***	(0,092)
Educación técnica (con título)	0,0290	(0,041)	0,3558***	(0,137)
Educación tecnológica (con título)	-0,0565	(0,078)	0,7923***	(0,221)
Educación universitaria (con título)	0,1451***	(0,056)	0,8889***	(0,140)
Posgrado (con título)	0,1703*	(0,103)	0,9617***	(0,209)
Región Atlántica	-0,1654***	(0,038)	-0,2979***	(0,092)
Región Oriental	-0,0016	(0,036)	-0,0530	(0,091)
Región Central	-0,1779***	(0,041)	-0,5047***	(0,084)
Región Pacífico	-0,0961***	(0,037)	-0,2152**	(0,091)
Ln otros ingresos	-0,0071	(0,005)	-0,0086	(0,008)
Cónyuge en fuerza laboral	-0,0359	(0,052)	0,1208	(0,086)
Niños menores de 5 años	-0,0757***	(0,025)	-0,1943	(0,133)
Programa Familias en Acción	0,0016	(0,031)	0,0573	(0,076)
Constante	-1,1021***	(0,332)	-4,3242**	(1,822)
Número de observaciones	2.128		2.415	

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Fuente: cálculos de los autores.

¹¹ El Apéndice D presenta los efectos marginales de los modelos *probit* estimados.

Cuadro 3
Ecuación de participación laboral masculina por grupos de edad

Variables	Hombres entre 13 y 40 años		Hombres entre 41 y 65 años	
	<i>Probit</i>	Errores estándar robustos	<i>Probit</i>	Errores estándar robustos
Salud regular (1)	0,2255	(0,392)	0,4408**	(0,193)
Salud buena (2)	0,1064	(0,363)	0,5540***	(0,185)
Salud excelente (3)	0,3024	(0,361)	0,6681***	(0,186)
Edad	0,2485***	(0,084)	0,1684*	(0,086)
Edad al cuadrado	-0,0039***	(0,001)	-0,0020**	(0,000)
Estado civil	0,5932***	(0,160)	0,1510	(0,140)
Educación técnica (con título)	0,4340	(0,302)	0,1885	(0,192)
Educación tecnológica (con título)	-0,0728	(0,363)	0,2682	(0,275)
Educación universitaria (con título)	-0,2537	(0,209)	0,4028**	(0,185)
Región Atlántica	-0,0906	(0,162)	0,1576	(0,126)
Región Oriental	0,1662	(0,167)	0,1572	(0,123)
Región Central	0,0364	(0,173)	-0,0425	(0,118)
Región Pacífico	0,0140	(0,163)	0,1117	(0,123)
Ln otros ingresos	-0,0270	(0,017)	-0,0267***	(0,009)
Cónyuge en fuerza laboral	-0,1862	(0,113)	0,1146	(0,079)
Niños menores de 5 años	0,1829*	(0,106)	0,1516	(0,140)
Programa Familias en Acción	0,0065	(0,130)	-0,0700	(0,106)
Constante	-3,0386**	(1,282)	-2,1907	(2,268)
Número de observaciones	1.676		1.919	

*** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Fuente: cálculos de los autores.

En el resto de los grupos, la exogeneidad de la salud sugiere que el estado de salud de un individuo es independiente de su participación o no en la fuerza laboral. Este resultado podría explicarse, en parte, por el hecho de que en 2010 la cobertura de salud para la población era casi universal. En los casos en que la variable de salud es exógena a la participación laboral (mujeres entre 41 y 61 años y hombres entre 13 y 40 y entre 41 y 65 años) se utilizaron modelos *probit*. Para estos grupos, en el Cuadro 4 se presentan algunas probabilidades condicionadas de la participación laboral.

En general, los efectos de las variables exógenas sobre la participación laboral tienen el signo esperado. Con respecto al estado de salud, una mejoría de esta aumenta la probabilidad de participación, lo que es consistente con la teoría del capital humano. Cabe destacar que el efecto positivo de la educación en la participación de la mano de obra es más importante para las mujeres que para los hombres de ambos grupos de edad: cuanto mayor es el nivel educativo, mayor es la probabilidad de participación. En particular, para los hombres y las mujeres entre 41 y 65 años, la diferencia en la probabilidad de participación entre quienes tienen un título universitario y quienes no lo tienen es mayor para las mujeres (32 puntos porcentuales) que para los hombres (8 puntos porcentuales) (Cuadro 4).

Cuadro 4
Algunas probabilidades condicionadas de la participación laboral^{a/}

	Mujeres entre 41 y 65 años	Hombres entre 13 y 40 años	Hombres entre 41 y 65 años
Estado de salud			
Malo (0)	0,4014	0,6135	0,7091
Regular (1)	0,4393	0,6503	0,8338
Bueno (2)	0,4973	0,6935	0,8663
Excelente (3)	0,4725	0,7912	0,8894
Porcentaje de cambio de salud mala a excelente	17,7		25,4
Casado (o en unión libre)	0,4435	0,7587	0,8785
No casado	0,5988	0,6127	0,8189
Con niños menores de 5 años	0,3898	0,9239	0,8946
Sin niños menores de 5 años	0,5089	0,6479	0,8553
Título universitario	0,7724	0,6812	0,9381
Sin título universitario	0,4572	0,7333	0,8631
Cónyuge participa en el mercado laboral	0,4664	0,7798	0,8894
Cónyuge no participa en el mercado laboral	0,4825	0,6677	0,8384
Casado y con título universitario	0,7518	0,7024	0,9453
Casado y sin título universitario	0,4268	0,7618	0,8748
Casado y con niños menores de 5 años	0,3760	0,9301	0,9002
Casado y sin niños menores de 5 años	0,4770	0,6729	0,8677
Con niños menores de 5 años y título universitario	0,7308	0,8758	0,9618
Con niños menores de 5 años y sin título universitario	0,3706	0,9267	0,8908
Excelente salud y título universitario	0,7685	0,7347	0,9468
Excelente salud y sin título universitario	0,4520	0,7952	0,8854

^{a/} Se calcularon las probabilidades condicionadas para aquellas variables significativas en las estimaciones de los modelos *probit*.

Fuente: cálculos de los autores.

Según los coeficientes de edad y edad al cuadrado, la participación laboral aumenta con la edad hasta cerca de los 40 años cuando comienza a declinar. Desde el punto de vista de las empresas, la contratación de personas mayores podría llegar a ser más costosa debido a las dificultades asociadas con el deterioro de la salud que se presentan en la edad madura. Como resultado, las empresas ofrecen salarios más bajos, lo cual es percibido por el trabajador, lo que lleva a un menor nivel de participación laboral.

La presencia en el hogar de niños menores de 5 años no tiene un efecto sobre la participación laboral de hombres y mujeres mayores de 40 años. Un resultado interesante para las mujeres entre 13 y 40 años es que la probabilidad de participación se reduce en ocho puntos porcentuales para aquellas que tienen niños menores de cinco años en comparación con quienes no los tienen (Cuadro 2). De otro lado, para los hombres entre 13 y 40 años, la presencia de niños menores de 5 años aumenta la probabilidad de participación laboral (Cuadro 3). De hecho, la diferencia en la probabilidad de participación de los hombres entre 13 y 40 años con y sin niños menores de cinco años es de alrededor de 28 puntos porcentuales (Cuadro 4). Estos resultados podrían explicarse por factores culturales, como las actitudes tradicionales de género todavía enraizadas en varios países

de América Latina (véanse, por ejemplo, Contreras y Plaza [2010] para el caso de Chile). En particular, las preferencias asociadas a la crianza de los niños y la falta de servicios de guardería podrían explicar el impacto negativo en la participación laboral femenina, mientras que el efecto positivo sobre la participación de los hombres entre 13 y 40 años se explicaría porque en la mayoría de los hogares los hombres serían la principal fuente de sustento.

De la misma manera, el impacto negativo en la participación laboral de la mujer por estar casada indica que la probabilidad de participación se reduce con la presencia de la pareja en el hogar. Por el contrario, dicha probabilidad en el caso de los hombres entre 13 y 40 años es positiva para los casados o en unión libre¹². Por otra parte, en el caso de las mujeres, el hecho de ser jefe del hogar tiene un impacto positivo en su participación.

En cuanto a otras fuentes de ingresos diferentes al salario, se encontró que la disponibilidad de este tipo de ingresos en el hogar reduce la probabilidad de participar en la fuerza laboral de los hombres mayores de 40 años. Por último, en cuanto a la ubicación de los hogares, la probabilidad de participación es mayor en Bogotá, la región de referencia, que en otras partes del país.

En lo referente al estado de salud, como se esperaba, una mejor salud aumenta la probabilidad de participación laboral. De manera específica, para las mujeres y hombres entre 41 y 65 años una mejora en el estado de salud que pase de malo a excelente aumenta la probabilidad de participación en cerca de 18% y 25%, respectivamente (Cuadro 4). Además, para todos los estados de salud, la probabilidad de participación es mayor en los hombres entre 41 y 65 años que para las mujeres del mismo grupo de edad.

Después se realizó la estimación de las ecuaciones de salud para mujeres y hombres entre 13 y 40 años y mayores de 40 años, respectivamente (cuadros 5 y 6)¹³. Al igual que en las ecuaciones de participación laboral, al inicio utilizamos variables instrumentales y mínimos cuadrados en dos etapas para todos los grupos. Se realizaron las pruebas de endogeneidad para la participación laboral y la hipótesis nula de exogeneidad no fue rechazada para las mujeres entre 13 y 40 años y para los hombres entre 41 y 65 años (véase el Apéndice C). En estos casos, se utilizaron modelos *probit* ordenados, ya que la variable salud consta de cuatro categorías¹⁴. El Cuadro 7 presenta algunas probabilidades condicionadas del estado de salud.

¹² Los resultados para los hombres de esta franja etaria difieren de los obtenidos por Cai y Kalb (2006) en Australia. En particular, mientras que la presencia de los niños pequeños afecta de manera negativa la probabilidad de participación en Australia, en Colombia el impacto es positivo. Además, para este grupo, la educación y la salud tienen un efecto positivo sobre la participación laboral en Australia, en tanto que ni la educación ni la salud tienen un impacto significativo en la participación laboral en Colombia. Estos resultados podrían indicar diferencias en el mercado de trabajo, así como factores culturales.

¹³ El Apéndice E presenta los efectos marginales de las estimaciones de los modelos *probit* ordenados.

¹⁴ Los parámetros de umbral estimados en todos los modelos son estadísticamente diferentes el uno del otro; por lo tanto, se mantuvieron las cuatro categorías de la variable dependiente en todos los modelos. Se utilizó una prueba de Wald para probar la diferencia entre los parámetros de umbral. Los resultados de las pruebas, así como los efectos marginales para todos los modelos, se encuentran disponibles.

Cuadro 5
Ecuación de salud para mujeres por grupos de edad

Variables	Mujeres entre 13 y 40 años		Mujeres entre 41 y 65 años	
	<i>Oprobit</i>	Errores estándar robustos	VI-MC2E	Errores estándar robustos
Participación laboral	0,0086	(0,050)	-0,6345*	(0,383)
Edad	-0,0200***	(0,004)	-0,0261***	(0,007)
Estado civil	0,0610	(0,056)	-0,1654**	(0,067)
Educación técnica (con título)	0,1176	(0,088)	0,0565	(0,1103)
Educación tecnológica (con título)	0,3630**	(0,151)	0,4566***	(0,134)
Educación universitaria (con título)	0,4362***	(0,118)	0,3964***	(0,130)
Posgrado (con título)	0,3025	(0,241)	0,2895*	(0,165)
Región Atlántica	0,1088	(0,080)	0,2079***	(0,078)
Región Oriental	-0,0590	(0,074)	0,0239	(0,066)
Región Central	0,2564***	(0,084)	0,1798**	(0,088)
Región Pacífico	0,0235	(0,077)	0,0304	(0,075)
Grupo étnico	0,0928	(0,087)	-0,0113	(0,073)
Estrato socioeconómico	0,0341	(0,035)	0,0948***	(0,026)
Enfermedad crónica del padre	-0,1957***	(0,049)	-0,0233	(0,040)
Enfermedad crónica de la madre	-0,1145**	(0,049)	-0,0737*	(0,039)
Régimen contributivo de salud	0,1837***	(0,051)	0,1392***	(0,043)
Vivienda ubicada cerca a lugares riesgosos	-0,0279	(0,049)	-0,0917**	(0,040)
Vivienda afectada por desastres naturales	-0,0280	(0,075)	0,0187	(0,064)
Programa Familias en Acción	0,1314**	(0,061)	0,0831	(0,061)
Constante			3,3569***	(0,639)
Número de observaciones	2.430		2.363	

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Fuente: cálculos de los autores.

Cuadro 6
Ecuación de salud para hombres por grupos de edad

Variables	Hombres entre 13 y 40 años		Hombres entre 41 y 65 años	
	VI-MC2E	Errores estándar robustos	<i>Oprobit</i>	Errores estándar robustos
Participación laboral	1,4696*	(0,795)	0,2655***	(0,076)
Edad	-0,0116***	(0,003)	-0,0259***	(0,003)
Estado civil	-0,1391	(0,106)	-0,1266	(0,104)
Educación técnica (con título)	0,0153	(0,077)	-0,0025	(0,134)
Educación tecnológica (con título)	0,0179	(0,126)	0,2522	(0,198)
Educación universitaria (con título)	0,1086	(0,080)	0,3295***	(0,105)
Posgrado (con título)	0,1582	(0,120)	0,2438	(0,151)
Región Atlántica	0,0911	(0,065)	0,1770**	(0,090)
Región Oriental	-0,0586	(0,062)	-0,0071	(0,088)

Cuadro 6 (continuación)

Ecuación de salud para hombres por grupos de edad

Variables	Hombres entre 13 y 40 años		Hombres entre 41 y 65 años	
	VI-MC2E	Errores estándar robustos	Oprobit	Errores estándar robustos
Región Central	0,1682***	(0,059)	0,3516***	(0,084)
Región Pacífico	-0,0649	(0,065)	0,0286	(0,087)
Grupo étnico	-0,0780	(0,081)	-0,0490	(0,091)
Estrato socioeconómico	0,0199	(0,025)	0,0695*	(0,035)
Enfermedad crónica del padre	-0,1269***	(0,043)	-0,1755***	(0,052)
Enfermedad crónica de la madre	-0,0890**	(0,040)	-0,1344**	(0,053)
Régimen contributivo de salud	0,1546***	(0,043)	0,2895***	(0,057)
Vivienda ubicada cerca a lugares riesgosos	-0,0207	(0,039)	-0,0500	(0,056)
Vivienda afectada por desastres naturales	-0,0431	(0,067)	-0,0003	(0,087)
Programa Familias en Acción	0,1074*	(0,054)	0,2552***	(0,077)
Constante	1,4249**	(0,663)		
Número de observaciones	1.659		1.916	

*** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Fuente: cálculos de los autores.

La endogeneidad de la participación laboral en la ecuación de salud para los hombres entre 13 y 40 años y las mujeres entre 41 y 65 años podría ser el resultado de racionalización y/o de características no observables, como se mencionó. Sin embargo, mientras que para los hombres entre 13 y 40 años el coeficiente positivo y significativo podría indicar la racionalización del comportamiento, para las mujeres entre 41 y 65 años el coeficiente negativo indicaría que, si existe la racionalización del comportamiento, su impacto es bajo, y que las malas condiciones de trabajo y el estrés asociado con el empleo podrían compensar los posibles efectos positivos de la participación. Este resultado no es sorprendente, ya que las mujeres entre 41 y 65 años son menos propensas a la presión social para atribuir la no participación a problemas de salud, según lo explicado por Cai y Kalb (2006)¹⁵. Para los hombres entre 41 y 65 años, en los que la participación laboral es exógena al estado de salud, la probabilidad de tener una excelente salud es mayor para aquellos que participan en comparación con quienes no lo hacen (Cuadro 7).

¹⁵ Para Australia, Cai y Kalb (2006) encuentran, para las mujeres mayores, una relación positiva entre la participación laboral y la salud autopercebida, lo que indicaría diferentes condiciones de trabajo entre los dos países.

Cuadro 7
Algunas probabilidades condicionadas del estado de salud^{a/}

	Mujeres entre 13 y 40 años; estado de salud				Hombres entre 41 y 65 años; estado de salud			
	Malo (0)	Regular (1)	Bueno (2)	Excelente (3)	Malo (0)	Regular (1)	Bueno (2)	Excelente (3)
Participación laboral					0,0162	0,1123	0,3205	0,5510
No participa en el mercado laboral					0,0332	0,1709	0,3664	0,4296
Título universitario	0,0154	0,0871	0,2759	0,6215	0,0053	0,0568	0,2409	0,6970
Sin título universitario	0,0505	0,1738	0,3504	0,4253	0,0224	0,1348	0,3405	0,5023
Enfermedad crónica del padre	0,0646	0,1998	0,3615	0,3741	0,0291	0,1582	0,3599	0,4528
Sin enfermedad crónica del padre	0,0378	0,1483	0,3360	0,4779	0,0163	0,1116	0,3179	0,5542
Enfermedad crónica de la madre	0,0588	0,1900	0,3583	0,3928	0,0272	0,1529	0,3571	0,4628
Sin enfermedad crónica de la madre	0,0379	0,1474	0,3340	0,4807	0,0155	0,1073	0,3121	0,5651
Régimen contributivo de salud	0,0378	0,1473	0,3341	0,4809	0,0135	0,1003	0,3066	0,5796
Sin régimen contributivo de salud	0,0602	0,1924	0,3595	0,3879	0,0302	0,1635	0,3658	0,4405

^{a/} Se calcularon las probabilidades condicionadas para aquellas variables significativas en las estimaciones de los modelos *probit* ordenados.

Fuente: cálculos de los autores.

Respecto a los efectos de las variables exógenas sobre el estado de salud, encontramos que, en general, los coeficientes estadísticamente significativos tienen el signo esperado. Las personas más educadas poseen mejor salud en comparación con la categoría de referencia (menos de secundaria). La educación mejoraría los comportamientos de salud de diferentes maneras. En efecto, las personas con más educación están mejor informadas acerca de las consecuencias negativas para la salud de los comportamientos riesgosos, como fumar o beber. La educación también podría influir en estos comportamientos mediante el nivel de ingresos y de las condiciones socioeconómicas de los individuos —véanse, por ejemplo, Grossman (2006); Cutler y Lleras-Muney (2010); Cawley y Ruhm (2012)—. Vale la pena mencionar que el efecto positivo de la educación, en la ecuación de salud, es más importante en las mujeres que en los hombres.

Por otra parte, a partir de las estimaciones de los modelos *probit* ordenados se encuentra que para las mujeres entre 13 y 40 años y los hombres entre 41 y 65 años, las probabilidades condicionadas de tener una excelente salud son cerca de 20 puntos porcentuales más alta para quienes tienen un título universitario en comparación con aquellos que no lo tienen (Cuadro 7).

El estrato socioeconómico al que pertenece el hogar, como proxy de los ingresos, tiene un impacto positivo en la salud de los hombres y mujeres mayores de 40 años, dado que las personas con más recursos pueden tener acceso a mejores servicios de salud. Además, ser beneficiario del programa gubernamental Familias en Acción tiene un impacto

positivo en la salud de todos los grupos, excepto para las mujeres mayores de 40 años, ya que es menos probable que tengan niños en edad escolar. Del mismo modo, los afiliados al régimen contributivo de seguridad social tienen una mejor salud en comparación con los del grupo de referencia, lo que podría deberse a la diferencia de los planes de salud en el momento en que se realizó la encuesta.

Por el contrario, la salud se deteriora con la edad en todos los grupos, y lo mismo ocurre con la presencia de enfermedades crónicas en los padres de los encuestados. En particular, para las mujeres entre 13 y 40 años y los hombres entre 41 y 65 años, la probabilidad de tener una excelente salud es cerca de diez puntos porcentuales más baja para aquellos cuyo padre o madre tiene una enfermedad crónica en comparación con aquellos cuyos padres no las tienen (Cuadro 7).

Además, un resultado inesperado para las mujeres mayores de 40 años lo constituye el hecho de que estar casada (o en unión libre) afecta de manera negativa su salud en comparación con el grupo de referencia. Esto es sorprendente, ya que en la literatura se reconocen varias ventajas de vivir en pareja sobre la salud de los individuos —véanse, por ejemplo Hahn (1993) y Pandey (2009)—.

5. Conclusiones

En este capítulo se analizó la relación entre el estado de salud y la participación en la fuerza laboral de individuos de ingresos medios y bajos que residen en zonas urbanas en Colombia; los datos utilizados provienen de la primera ronda de la *Encuesta longitudinal colombiana*. Al tener en cuenta la posible endogeneidad entre las dos variables, el análisis se realizó empleando variables instrumentales y mínimos cuadrados en dos etapas. Cuando se rechaza la endogeneidad, se utilizan modelos *probit* y *probit* ordenados. Con el fin de evaluar las diferencias por género y edad, las estimaciones se efectúan por separado para hombres entre 13 y 40 años, hombres entre 41 y 65 años y mujeres de los mismos rangos de edad.

Las estimaciones por género y grupos de edad muestran diferencias interesantes. Por ejemplo, en la ecuación de participación laboral, la salud es endógena para las mujeres entre 13 y 40 años. Esta endogeneidad podría estar relacionada con la edad fértil de este grupo, o ser el resultado de características no observables. Este grupo, a diferencia de los otros, enfrentaría más problemas de salud relacionados con el estrés al tratar de combinar las exigencias de iniciar una carrera laboral junto con las responsabilidades de la vida familiar.

Para las mujeres menores de 40 años, el estado de salud, la educación universitaria y los estudios de posgrado afectan la probabilidad de participación laboral positivamente, mientras que tener niños menores de 5 años en el hogar y estar casada (o en unión libre) reducen su probabilidad de participación. Estos resultados destacan la importancia de la educación y sugieren que en la sociedad colombiana aún prevalecen actitudes tradicionales de género. Por el contrario, para los hombres menores de 40 años, ni el estado de salud ni la educación tienen un impacto significativo sobre la participación laboral. En este grupo, tener niños menores de 5 años y estar casado (o en unión libre) son las variables más importantes para explicar la probabilidad de participación, lo cual podría obedecer

a que, por razones culturales, los hombres son la principal fuente de sustento del hogar. Para hombres y mujeres mayores de 40 años, tanto el estado de salud, como tener título universitario afectan de manera positiva la probabilidad de participación laboral. En el caso de las mujeres, ser el jefe del hogar tiene un impacto positivo en su participación.

De otro lado, en la ecuación de salud, la participación laboral es endógena para las mujeres entre 41 y 65 años y para los hombres entre 13 y 40 años. En el caso de los hombres, el carácter endógeno podría obedecer a la racionalización de su conducta. Para las mujeres, la endogeneidad y el signo negativo del coeficiente sugieren que este grupo está bajo menos presión social para atribuir la no participación a problemas de salud, y que las malas condiciones laborales y el estrés relacionado con el trabajo podrían compensar los efectos positivos de la participación. En los hombres entre 41 y 65 años, en quienes la participación laboral es exógena al estado de salud, aquellos que participan reportan una mejor salud en comparación con quienes no lo hacen.

En cuanto al impacto de otras variables, la educación es importante para todos los grupos, excepto para los hombres menores de 40 años, lo que indica la relevancia de la educación para mejorar los comportamientos y hábitos saludables y, en consecuencia, el estado de salud general. El estrato socioeconómico, como *proxy* de los ingresos, es importante para los hombres y mujeres entre 41 y 65 años, sugiriendo que las personas con mayores recursos pueden tener acceso a mejores servicios de salud. Del mismo modo, los afiliados al régimen contributivo reportan una mejor salud, en comparación con los afiliados al régimen subsidiado, lo que podría ser el resultado de diferentes planes de salud en la época en que se realizó la encuesta. La política adoptada recientemente para igualar estos planes de servicios es un paso para mejorar la salud de la población en general. Asimismo, se debe mencionar que la presencia de enfermedades crónicas en ambos padres tiene un impacto negativo sobre la salud en todos los grupos.

La evidencia presentada sugiere que es esencial para la política pública garantizar buenas condiciones de salud de la población. Estas podrían tener un efecto positivo en la productividad del trabajo y, por consiguiente, en el crecimiento económico de largo plazo. Por otra parte, en lo relacionado con el envejecimiento de la población y la posibilidad de aumentar la edad de jubilación, es importante garantizar que estas personas tengan una buena salud para poder participar de manera productiva y así reducir la carga de los gastos de la seguridad social a la sociedad.

Además, nuestros resultados muestran que la educación no solo es un determinante importante de la participación laboral, como se ha reconocido tradicionalmente en la literatura, sino que también es un factor importante para explicar el estado de salud. Este resultado es especialmente importante para las mujeres, lo que sugiere que a mayor capital humano, mayor es la probabilidad de que ellas participen en el mercado laboral.

La diferencia en los resultados entre hombres y mujeres menores de 40 años en la ecuación de participación, en relación con la presencia de niños menores de 5 años en el hogar y al estado civil (estar casado o en unión libre), sugiere la importancia de las políticas públicas hacia las mujeres con el fin de contribuir a una mayor participación laboral femenina y estimularlas a permanecer en el mercado laboral. Estas políticas, junto con una mejor educación, podrían incluir una mayor disponibilidad de servicios de guardería y una mayor flexibilidad laboral

Referencias

- Alvis-Guzmán, N.; Yáñez-Contreras, M.; Quejada-Pérez, R.; Acevedo-González, K.; Del Río-Carrasquilla, F. (2010). “Fecundidad y participación de la mujer en el mercado laboral en la costa Caribe y en Colombia”, en *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, vol. 9, núm. 19, pp. 90-107.
- Amador, D.; Bernal, R.; Peña, X. (2013). “The Rise in Female Participation in Colombia: Fertility, Marital Status or Education?”, en *Ensayos sobre Política Económica*, vol. 31, núm. 71, pp. 54-63.
- Arango, L. E.; Posada, C. E. (2005). “Labour Participation in Colombia”, en *Applied Economics*, vol. 37, núm. 16, pp. 1829-1838.
- Arango, L. E.; Posada, C. E. (2007). “Labor Participation of Married Women in Colombia”, en *Revista Desarrollo y Sociedad*, núm. 60, pp. 93-126.
- Arango, L. E.; Posada, C. E.; Charry, A. (2003). “La participación laboral en Colombia según la nueva encuesta: ¿cambian sus determinantes?”, en *Borradores de Economía*, núm. 250, Banco de la República.
- Bartel, A.; Taubman, P. (1979). “Health and Labor Market Success: The Role of Various Diseases”, en *The Review of Economics and Statistics*, vol. 61, núm. 1, pp. 1-8.
- Becker, G. S. (1964). *Human Capital*. Nueva York: Columbia University Press.
- Bernal, O.; Gutiérrez, C. (2012). *La salud en Colombia: logros, retos y recomendaciones*. Universidad de los Andes, Escuela de Gobierno, Ediciones Uniandes, Bogotá.
- Cai, L. (2010). “The Relationship Between Health and Labour Force Participation: Evidence from a Panel Data Simultaneous Equation Model”, en *Labour Economics*, vol. 17, núm. 1, pp. 77-90.
- Cai, L.; Kalb, G. (2006). “Health Status and Labour Force Participation: Evidence from Australia”, en *Health Economics*, vol. 15, núm. 3, pp. 241-261.
- Campolieti, M. (2002). “Disability and the Labor Force Participation of Older Men in Canada”, en *Labour Economics*, vol. 9, núm. 3, pp. 405-432.
- Carter, K. N.; Gunasekara, F. I.; Blakely, T.; Richardson, K. (2013). “Health Shocks Adversely Impact Participation in the Labour Force in a Working Age Population: A Longitudinal Analysis”, en *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, vol. 37, núm. 3, pp. 257-263.
- Castro, E.; García, G.; Badillo, E. (2011). “La participación laboral de la mujer casada y su cónyuge en Colombia: un enfoque de decisiones relacionadas”, en *Lecturas de Economía*, núm. 74, pp. 171-201.
- Cawley, J.; Ruhm, C. (2012). “The Economics of Risky Health Behaviors”, en McGuire, T. G.; Pauly, M. V.; Pita Barros P. (eds.), *Handbook of Health Economics*, vol. 2, pp. 95-199, Elsevier: Nueva York.
- Contreras, D.; Plaza, G. (2010). “Cultural Factors in Women’s Labor Force Participation in Chile”, en *Feminist Economics*, vol. 16, núm. 2, pp. 27-46.
- Cortez, R. (2000). “Health and Productivity in Peru: Estimates by Gender and Region”, en Savedoff, W. D. y Schultz, T. P. (eds.). *Wealth from Health: Linking Social Investments to Earnings in Latin America*, pp. 189-217, Washington D. C.: Inter-American Development Bank.

- Currie, J.; Madrian, B. C. (1999). "Health, Health Insurance and the Labor Market", en Ashenfelter, O. y Card, D. (eds.), *Handbook of Labor Economics*, 1ª ed., vol. 3, cap. 50, pp. 3309-3416, Elsevier.
- Cutler, D. A.; Lleras-Muney, A. (2010). "Understanding Differences in Health Behaviors by Education", en *Journal of Health Economics*, vol. 29, núm. 1, pp. 1-28.
- Espinosa-Ferrando, J.; Hernández-Álvarez, C.; Savedoff, W. D. (2000). "Productivity and Health Status in Nicaragua", en Savedoff, W. D. y Schultz, T. P. (eds.). *Wealth from Health: Linking Social Investments to Earnings in Latin America*, pp. 219-245, Washington D. C.: Inter-American Development Bank.
- Forbes, M.; Barker, A.; Turner, S. (2010). "The Effects of Education and Health on Wages and Productivity" [en línea]. Productivity Commission Staff Working Paper, Melbourne. Disponible en http://www.pc.gov.au/_data/assets/pdf_file/0009/95778/education-health-effects-wages.pdf (consultado el 28 de noviembre de 2013).
- Gallego, J. M.; Ramírez, M.; Sepúlveda, C. (2005). "The Determinants of the Health Status in a Developing Country: Results from the Colombian Case, en *Lecturas de Economía*, núm. 63 (julio-diciembre), pp. 119-141.
- González-Quintero, N.; Daza-Báez, N.; Garavito-Calderón, N. (2014). "Determinantes y perfiles de la participación laboral en Colombia: 2002-2013", en *Archivos de Economía*, núm. 415. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Grossman, M. (1972). *The Demand for Health*. National Bureau of Economic Research, Occasional Paper, núm. 119. Nueva York: Columbia University Press.
- Grossman, M. (2006). "Education and Nonmarket Outcomes", en Hanushek, E. A. y Welch, F. (eds.). *Handbook of the Economics of Education*, vol. 1, pp. 577-633, Elsevier.
- Guerrero, R.; Gallego, A. I.; Becerril-Montekio, V.; Vásquez, J. (2011). "Sistema de salud de Colombia", en *Salud Pública de México*, vol. 53, núm. 2, pp. 144-155.
- Hahn, B. A. (1993). "Marital Status and Women's Health: The Effect of Economic Marital Acquisitions", en *Journal of Marriage and Family*, vol. 55, núm. 2, pp. 495-504.
- Handa, S.; Neitzert, M. (1998). "Chronic Illness and Retirement in Jamaica" [en línea]. Living Standards Measurement Study Working, Paper núm. 131, The World Bank, Washington D. C. Disponible en <http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/0-8213-4087-5> (consultado el 11 de septiembre de 2014).
- Harris, A. (2009). "Diabetes, Cardiovascular Disease and Labour Force Participation in Australia: An Endogenous Multivariate Probit Analysis of Clinical Prevalence Data", en *The Economic Record*, vol. 85, núm. 271, pp. 472-484.
- Holt, H. (2010). "Health and Labour Force Participation" [en línea]. New Zealand Treasury Working Paper 10/03. Disponible en <http://www.treasury.govt.nz/publications/research-policy/wp/2010/10-03/twp10-03.pdf> (consultado el 29 de noviembre de 2013).
- Jäckle, R.; Himmler, O. (2010). "Health and Wages: Panel Data Estimates Considering Selection and Endogeneity", en *Journal of Human Resources*, vol. 45, núm. 2, pp. 364-406.
- Laplagne, P.; Glover, M.; Shomos, A. (2007). "Effects of Health and Education on Labour Force Participation" [en línea]. Productivity Commission Staff Working

- Paper, Melbourne. Disponible en http://www.pc.gov.au/_data/assets/pdf_file/0019/63190/healthandeducation.pdf (consultado el 13 de noviembre de 2013).
- López, H. (1995). "Participación laboral y desempleo en las cuatro principales ciudades: un modelo econométrico", en López, H. (ed.), *Ensayos sobre Economía Laboral Colombiana*, Fonade y Carlos Valencia Editores, pp. 36-44.
- Maddala, G. S. (1983). *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Econometric Society Monographs, núm. 3, Cambridge: Cambridge University Press.
- Martínez, C. (2013). "Descenso de la fecundidad, participación laboral de la mujer y reducción de la pobreza en Colombia, 1990-2010", en *Serie de Estudios a Profundidad ENDS 1990-2010*, Bogotá.
- Melo, L.; Ramos, J. (2010). "Algunos aspectos fiscales y financieros del sistema de salud en Colombia", en Borradores de Economía, núm. 624, Banco de la República
- Mete, C.; Schultz, T. P. (2002). "Health and Labor Force Participation of the Elderly in Taiwan" [en línea]. Yale University Economic Growth Center Discussion, Paper núm. 846. Disponible en http://www.econ.yale.edu/growth_pdf/cdp846.pdf (consultado el 11 de septiembre de 2014).
- Murrugarra, E.; Valdivia, M. (2000). "The Returns to Health for Peruvian Urban Adults by Gender, Age, and across the Wage Distribution", en Savedoff, W. D. y Schultz, T. P. (eds.). *Wealth from Health: Linking Social Investments to Earnings in Latin America*, pp. 151-187, Washington D. C.: Inter-American Development Bank.
- Pandey, M. K. (2009). Labor Force Participation among Indian Elderly: Does Health Matter? ASARC, Working Paper Series, núm. 2009/11, Australia South Asia Research Centre, Australian National University, Canberra, Australia. Disponible en https://taxpolicy.crawford.anu.edu.au/acde/asarc/pdf/papers/2009/WP2009_11.pdf (consultado el 11 de septiembre de 2014).
- Parker, S. W. (2000). "Elderly Health and Salaries in the Mexican Labor Market", en Savedoff, W. D. y Schultz, T. P. (eds.). *Wealth from Health: Linking Social Investments to Earnings in Latin America*, pp. 71-109, Washington D. C.: Inter-American Development Bank.
- Ribero, R. (2000). "Salud y productividad laboral en Colombia", en *Revista Desarrollo y Sociedad*, núm. 45, pp. 1-30.
- Ribero, R.; Núñez, J. (1999). "Productivity and Household Investment in Health: The Case of Colombia". Working Paper Series R-354 OCE, Washington D. C.: Inter-American Development Bank.
- Ribero, R.; Núñez, J. (2000). "Adult Morbidity, Height, and Earnings in Colombia", en Savedoff, W. D. y Schultz, T. P. (eds.). *Wealth from Health: Linking Social Investments to Earnings in Latin America*, pp. 111-149, Washington D. C.: Inter-American Development Bank
- Robbins, D.; Salinas, D.; Manco, A. (2009). "La oferta laboral femenina y sus determinantes: evidencia para Colombia con estimativas de cohortes sintéticas", en *Lecturas de Economía*, vol. 70, pp. 137-163.
- Santamaría, M.; Rojas, N. (2001). "La participación laboral: ¿qué ha pasado y qué podemos esperar?", en *Planeación y Desarrollo*, vol. 32, pp. 5-34.

- Savedoff, W. D.; Schultz, T. P. (eds.) (2000). *Wealth from Health: Linking Social Investments to Earnings in Latin America*. Washington D. C.: Inter-American Development Bank.
- Schultz, T. W. (1961). "Investment in Human Capital", en *The American Economic Review*, vol. 51, núm. 1, pp. 1-17.
- Stern, S. (1989). "Measuring the Effect of Disability on Labor Force Participation", en *The Journal of Human Resources*, vol. 24, núm. 3, pp. 361-395.
- Strauss, J.; Thomas, D. (1998). "Health, Nutrition, and Economic Development", en *Journal of Economic Literature*, vol. 36, núm. 2, pp. 766-817.
- Tenjo, J.; Ribero, R. (1998). "Participación, desempleo y mercados laborales en Colombia", en *Archivos de Macroeconomía*, núm. 81, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá.
- Van Gameren, E. (2010). Labor Force Participation by the Elderly in Mexico [en línea]. Serie documentos de trabajo, Centro de Estudios Económicos, El Colegio de México, Documento de trabajo 2010-06. Disponible en <http://cee.colmex.mx/documentos/documentos-de-trabajo/2010/dt20106.pdf> (consultado el 11 de septiembre de 2014).
- Weil, D. N. (2014). "Health and Economic Growth", en Aghion, P. y Durlauf, S. N. (eds.), *Handbook of Economic Growth*, vol. 2B, pp. 623-682, Ámsterdam: Elsevier.
- Winkelmann, R.; Boes, S. (2006). *Analysis of Microdata*. Berlín: Springer.
- Wooldridge, J. M. (2006). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (3ª ed.). Mason, Ohio: Thomson South-Western.
- Zhang, X.; Zhao, X.; Harris, A. (2009). "Chronic Diseases and Labour Force Participation in Australia", en *Journal of Health Economics*, vol. 28, núm. 1, pp. 91-108.

Apéndice A

Cuadro A1
Relación entre participación laboral y estado de salud autopercebido

	Excelente (3)	Buena (2)	Regular (1)	Mala (0)	Total
Muestra completa					
Participa	2.986	2.047	834	158	6.025
No participa	1.098	849	480	122	2.549
Observaciones	4.084	2.896	1.314	280	8.574
Hombres					
Participa	1.746	1.071	398	65	3.280
No participa	143	147	67	22	379
Observaciones	1.889	1.218	465	87	3.659
Hombres entre 13 y 40 años					
Participa	977	455	133	23	1.588
No participa	52	38	8	3	101
Observaciones	1.029	493	141	26	1.689
Hombres entre 41 y 65 años					
Participa	769	616	265	42	1.692
No participa	91	109	59	19	278
Observaciones	860	725	324	61	1.970
Mujeres					
Participa	1.240	976	436	93	2.745
No participa	955	702	413	100	2.170
Observaciones	2.195	1.678	849	193	4.915
Mujeres entre 13 y 40 años					
Participa	725	485	186	41	1.437
No participa	549	327	144	39	1.059
Observaciones	1.274	812	330	80	2.496
Mujeres entre 41 y 65 años					
Participa	515	491	250	52	1.308
No participa	406	375	269	61	1.111
Observaciones	921	866	519	113	2.419

Fuente: *Encuesta longitudinal colombiana de la Universidad de los Andes (ELCA)*, primera ronda; cálculos de los autores.

Apéndice B

Variables utilizadas en el modelo

Cuadro B1
Descripción de las variables

Variables	Descripción
Variables endógenas	
Participación laboral	1 si el individuo participa en el mercado laboral 0 si no participa
Estado de salud	Estado de salud autopercebida 0 = mala 1 = regular 2 = buena 3 = excelente
Variables explicativas	
Edad	La edad del individuo en años en el momento de la encuesta
Estado civil	1 si es casado o en unión libre 0 si no
Mujer jefe del hogar	1 si una mujer es la cabeza del hogar 0 si no
Educación técnica (con título)	1 si el individuo completó educación técnica 0 si no
Educación tecnológica (con título)	1 si el individuo completó educación tecnológica 0 si no
Educación universitaria (con título)	1 si el individuo completó educación universitaria 0 si no
Posgrado (con título)	1 si el individuo cursó un programa de posgrado 0 si no
Región Atlántica	1 si el hogar está localizado en la región Atlántica 0 si no
Región Oriental	1 si el hogar está localizado en la región Oriental 0 si no
Región Central	1 si el hogar está localizado en la región Central 0 si no
Región Pacífico	1 si el hogar está localizado en la región Pacífica 0 si no
Bogotá	1 si el hogar está localizado en Bogotá 0 si no
Ln otros ingresos	Logaritmo de otras fuentes de ingresos, diferentes de los ingresos laborales. Incluye los ingresos por alquiler de inmuebles, intereses o dividendos.
Cónyuge en fuerza laboral	1 si el cónyuge participa en el mercado laboral 0 si no
Niños entre 0 y 5 años	1 si en el hogar hay niños menores de 5 años 0 si no
Grupo étnico	1 si el individuo no se considera raizal del archipiélago, gitano, indígena, <i>palenquero</i> , negro o mulato (afrodescendiente) 0 si se considera

Cuadro B1 (continuación)
Descripción de las variables

Variables	Descripción
Estrato socioeconómico	Toma valores 1, 2, 3 y 4. La encuesta excluye los estratos 5 y 6. El nivel 1 corresponde al estrato más bajo y el 6 al más alto.
Enfermedad crónica del padre	1 si el padre tiene/ha tenido una enfermedad crónica 0 si no
Enfermedad crónica de la madre	1 si la madre tiene/ha tenido una enfermedad crónica 0 si no
Régimen contributivo de salud	1 si el individuo está afiliado al régimen contributivo de salud 0 si no
Vivienda ubicada cerca de lugares riesgosos	1 si la vivienda está ubicada cerca de fábricas o industrias, vertederos, mercados o mataderos, terminales de buses, aeropuertos, tuberías de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas residuales, oleoductos y líneas de alta tensión 0 si no
Vivienda afectada por desastres naturales	1 si la vivienda ha sido afectada por inundaciones; avalanchas, derrumbes o deslizamientos; desbordamientos, crecientes, arroyos; hundimiento del terreno; temblores o terremotos 0 si no
Programa Familias en Acción ^{a/}	1 si el hogar recibe o fue beneficiario del programa 0 si no

^{a/} Familias en Acción es un programa gubernamental dirigido a familias en situación de pobreza y vulnerabilidad, que proporciona transferencias monetarias condicionadas con el fin de complementar los ingresos y mejorar la salud y la educación de los niños menores de 18 años.

Cuadro B2
Estadísticas descriptivas

Variables	Hombres entre 13 y 40 años		Mujeres entre 13 y 40 años		Hombres entre 41 y 65 años		Mujeres entre 41 y 65 años		Muestra completa	
	Prome-dio	Des-viación estándar	Prome-dio	Des-viación estándar	Prome-dio	Des-viación estándar	Prome-dio	Des-viación estándar	Prome-dio	Des-viación estándar
Participación laboral	0,940	0,237	0,576	0,494	0,859	0,348	0,541	0,498	0,703	0,457
Estado de salud	2,210	0,825	2,314	0,820	2,210	0,825	2,073	0,882	2,258	0,833
Edad	31,7	5,6	30,7	6,1	50,8	6,6	50,1	6,4	41,0	11,5
Estado civil	0,915	0,279	0,777	0,416	0,927	0,260	0,665	0,472	0,807	0,395
Mujer jefe del hogar	0,000	0,000	0,318	0,466	0,000	0,000	0,438	0,496	0,216	0,412
Educación técnica (con título)	0,053	0,225	0,073	0,259	0,039	0,193	0,042	0,200	0,052	0,223
Educación tecnológi-ca (con título)	0,021	0,142	0,028	0,164	0,021	0,144	0,019	0,137	0,022	0,148
Educación universi-taria (con título)	0,050	0,217	0,046	0,211	0,061	0,239	0,052	0,221	0,052	0,222
Posgrado (con título)	0,008	0,087	0,010	0,100	0,024	0,153	0,023	0,149	0,016	0,127
Región Atlántica	0,227	0,419	0,225	0,418	0,223	0,416	0,199	0,400	0,218	0,413
Región Oriental	0,218	0,413	0,222	0,416	0,190	0,392	0,190	0,392	0,205	0,404
Región Central	0,169	0,375	0,163	0,369	0,214	0,410	0,255	0,436	0,202	0,401
Región Pacífico	0,213	0,410	0,218	0,413	0,197	0,398	0,179	0,384	0,201	0,401
Bogotá	0,172	0,378	0,172	0,378	0,176	0,381	0,177	0,381	0,174	0,379
Ln otros ingresos	0,468	2,407	0,392	2,175	1,224	3,754	1,032	3,451	0,778	3,039
Cónyuge en fuerza laboral	0,475	0,500	0,718	0,450	0,475	0,499	0,532	0,499	0,562	0,496
Niños entre 0 y 5 años	0,543	0,498	0,520	0,500	0,115	0,319	0,044	0,206	0,297	0,457
Grupo étnico	0,917	0,276	0,916	0,278	0,909	0,288	0,919	0,274	0,915	0,279
Estrato socioeconómico	1,988	0,833	2,006	0,826	2,162	0,882	2,222	0,874	2,099	0,860
Enfermedad crónica del padre	0,308	0,462	0,342	0,474	0,429	0,495	0,461	0,499	0,389	0,488
Enfermedad crónica de la madre	0,397	0,489	0,434	0,496	0,530	0,499	0,585	0,493	0,491	0,500
Régimen contributivo de salud	0,557	0,497	0,485	0,500	0,547	0,498	0,550	0,498	0,532	0,499
Vivienda ubicada cerca de lugares riesgosos	0,395	0,489	0,399	0,490	0,394	0,489	0,390	0,488	0,395	0,489
Vivienda afecta-da por desastres naturales	0,120	0,325	0,123	0,329	0,106	0,308	0,105	0,306	0,113	0,317
Programa Familias en Acción	1,772	0,420	1,751	0,433	1,823	0,382	1,840	0,366	1,797	0,402
Número de observaciones	1.689		2.496		1.970		2.419		8.574	

Fuente: *Encuesta longitudinal colombiana* de la Universidad de los Andes (ELCA), primera ronda; cálculos de los autores.

Apéndice C

Cuadro C1

Pruebas de endogeneidad, de significancia conjunta de los instrumentos y de restricciones de sobreidentificación

	Ecuación de participación laboral		Ecuación de salud
Mujeres entre 13 y 40 años			
Prueba de restricciones de sobreidentificación (Ho: instrumentos son válidos)^{a/}			
Score Chi2(11)	19,34	Score Chi2(4)	3,59
P valor	0,0552	P valor	0,4638
Prueba de significancia conjunta de los instrumentos			
F robusto(12, 2099)	4,43	F robusto(5, 2405)	7,60
Prob > F	0,0000	Prob > F	0,0000
Pruebas de endogeneidad (Ho: variables son exógenas)^{b/}			
Score robusto Chi2(1)	15,05	Score robusto Chi2(1)	0,20
P valor	0,0001	P valor	0,6557
Regresión robusta F(1, 2109)	15,26	Regresión robusta F(1, 2408)	0,20
P valor	0,0001	P valor	0,6571
Mujeres entre 41 y 65 años			
Prueba de restricciones de sobreidentificación (Ho: instrumentos son válidos)^{a/}			
Score Chi2(6)	9,94	Score Chi2(4)	3,26
P valor	0,1273	P valor	0,5156
Prueba de significancia conjunta de los instrumentos			
F robusto(7, 2339)	6,60	F robusto(5, 2339)	5,21
Prob > F	0,0000	Prob > F	0,0001
Pruebas de endogeneidad (Ho: variables son exógenas)^{b/}			
Score robusto Chi2(1)	0,01	Score robusto Chi2(1)	
P valor	0,9067	P valor	
Regresión robusta F(1, 2344)	0,01	Regresión robusta F(1, 2342)	
P valor	0,9070	P valor	
Hombres entre 13 y 40 años			
Prueba de restricciones de sobreidentificación (Ho: instrumentos son válidos)^{a/}			
Score Chi2(6)	5,93	Score Chi2(3)	1,42
P valor	0,4315	P valor	0,6999
Prueba de significancia conjunta de los instrumentos			
F robusto(7, 1636)	5,77	F robusto(4, 1636)	3,53
Prob > F	0,0000	Prob > F	0,0071
Pruebas de endogeneidad (Ho: variables son exógenas)^{b/}			
Score robusto Chi2(1)	0,21	Score robusto Chi2(1)	3,59
P valor	0,6442	P valor	0,0582
Regresión robusta F(1, 1641)	0,21	Regresión robusta F(1, 1638)	3,61
P valor	0,6460	P valor	0,0578

^{a/} Prueba Score robusto de Wooldridge.

^{b/} Se utilizaron dos pruebas de endogeneidad: la de Wooldridge's score test y una prueba de exogeneidad que admite errores heteroscedásticos y autocorrelacionados (Wooldridge, 2006).

Cuadro C1

Pruebas de endogeneidad, de significancia conjunta de los instrumentos y de restricciones de sobreidentificación (continuación)

	Ecuación de participación laboral		Ecuación de salud	
Hombres entre 41 y 65 años				
Prueba de restricciones de sobreidentificación (Ho: instrumentos son válidos ^{a/})				
Score Chi2(6)	6,13	Score Chi2(3)	4,76	
P valor	0,4092	P valor	0,1906	
Prueba de significancia conjunta de los instrumento				
F robusto(7, 1889)	8,03	F robusto(4, 1889)	6,08	
Prob > F	0,0000	Prob > F	0,0001	
Pruebas de endogeneidad (Ho: variables son exogenas)^{b/}				
Score robusto Chi2(1)	0,06	Score robusto Chi2(1)	0,25	
P valor	0,8122	P valor	0,6158	
Regresión robusta F(1, 1894)	0,06	Regresión robusta F(1, 1891)	0,25	
P valor	0,8131	P valor	0,6173	

^{a/} Prueba *Score* robusto de Wooldridge.

^{b/} Se utilizaron dos pruebas de endogeneidad: la de Wooldridge's score test y una prueba de exogeneidad que admite errores heteroscedásticos y autocorrelacionados (Wooldridge, 2006).

Apéndice D

Efectos marginales de las estimaciones *probit*

Cuadro D1
Ecuaciones de participación laboral
Efectos marginales en la media por género y grupo de edad

Variables	Mujeres entre 41 y 65 años		Hombres entre 13 y 40 años		Hombres entre 41 y 65 años	
	0,058	0,056	0,029	0,056	0,127**	0,062
Salud regular (1)	0,114**	0,054	0,015	0,054	0,152**	0,060
Salud buena (2)	0,099*	0,054	0,037	0,054	0,174***	0,060
Salud excelente (3)	0,085***	0,028	0,026***	0,009	0,035*	0,018
Edad	-0,001***	0,000	-0,000***	0,000	-0,000**	0,000
Edad al cuadrado	-0,110**	0,043	0,062***	0,017	0,031	0,029
Estado civil	0,104***	0,036				
Mujer jefe del hogar	0,141***	0,054	0,046	0,032	0,039	0,040
Educación técnica (con título)	0,314***	0,088	-0,008	0,038	0,055	0,057
Educación tecnológica (con título)	0,352***	0,055	-0,027	0,022	0,083**	0,038
Educación universitaria (con título)	0,381***	0,083				
Posgrado (con título)	-0,118***	0,036	-0,010	0,017	0,032	0,026
Región Atlántica	-0,021	0,036	0,018	0,018	0,032	0,025
Región Oriental	-0,200***	0,033	0,004	0,018	-0,009	0,024
Región Central	-0,085**	0,036	0,002	0,017	0,023	0,025
Región Pacífica	-0,003	0,003	-0,003	0,002	-0,006***	0,002
Ln otros ingresos	0,048	0,034	-0,020*	0,012	0,024	0,016
Cónyuge en fuerza laboral	-0,077	0,053	0,019*	0,011	0,031	0,029
Niños entre 0 y 5 años	0,023	0,030	0,001	0,014	-0,014	0,022
Programa Familias en Acción	0,058	0,056	0,029	0,056	0,127**	0,062

*** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Fuente: cálculos de los autores.

Apéndice E

Efectos marginales de los modelos *probit* ordenados

Cuadro E1

Ecuación de salud en mujeres entre 13 y 40 años

Efectos marginales en la media, por categoría del estado de salud

Variables	Mala salud		Salud regular		Buena salud		Excelente salud	
	(0)		(1)		(2)		(3)	
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Participación laboral	-0,001	0,003	-0,002	0,009	-0,001	0,007	0,003	0,019
Edad	0,001***	0,000	0,003***	0,001	0,003***	0,001	-0,008***	0,002
Estado civil	-0,004	0,004	-0,010	0,010	-0,009	0,008	0,023	0,022
Educación técnica (con título)	-0,008	0,006	-0,020	0,015	-0,017	0,013	0,045	0,034
Educación tecnológica (con título)	-0,024**	0,010	-0,062**	0,026	-0,053**	0,022	0,139**	0,058
Educación universitaria (con título)	-0,029***	0,009	-0,074***	0,020	-0,063***	0,017	0,167***	0,045
Posgrado (con título)	-0,020	0,016	-0,052	0,041	-0,044	0,035	0,116	0,092
Región Atlántica	-0,007	0,005	-0,019	0,014	-0,016	0,012	0,042	0,031
Región Oriental	0,004	0,005	0,010	0,013	0,009	0,011	-0,023	0,028
Región Central	-0,017***	0,006	-0,044***	0,015	-0,037***	0,012	0,099***	0,032
Región Pacífica	-0,002	0,005	-0,004	0,013	-0,003	0,011	0,009	0,030
Grupo étnico	-0,006	0,006	-0,016	0,015	-0,013	0,013	0,036	0,033
Estrato socioeconómico	-0,002	0,002	-0,006	0,006	-0,005	0,005	0,013	0,014
Enfermedad crónica del padre	0,013***	0,004	0,033***	0,008	0,028***	0,007	-0,075***	0,019
Enfermedad crónica de la madre	0,008**	0,003	0,020**	0,008	0,017**	0,007	-0,044**	0,019
Régimen contributivo de salud	-0,012***	0,004	-0,031***	0,009	-0,027***	0,008	0,070***	0,020
Vivienda ubicada cerca de lugares riesgosos	0,002	0,003	0,005	0,008	0,004	0,007	-0,011	0,019
Vivienda afectada por desastres naturales	0,002	0,005	0,005	0,013	0,004	0,011	-0,011	0,029
Programa Familias en Acción	-0,009**	0,004	-0,022**	0,011	-0,019**	0,009	0,050**	0,024

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Fuente: cálculos de los autores.

Cuadro E2

Ecuación de salud en hombres entre 41 y 65 años

Efectos marginales en la media, por categoría del estado de salud

Variables	Mala salud (0)		Salud regular (1)		Buena salud (2)		Excelente salud (3)	
	dy/dx	Error estándar	dy/dx	Error estándar	dy/dx	Error estándar	dy/dx	Error estándar
Participación laboral	-0,017***	0,005	-0,052***	0,015	-0,029***	0,009	0,098***	0,028
Edad	0,002***	0,000	0,005***	0,001	0,003***	0,000	-0,010***	0,001
Estado civil	0,008	0,007	0,025	0,020	0,014	0,012	-0,047	0,038
Educación técnica (con título)	0,000	0,009	0,000	0,026	0,000	0,015	-0,001	0,050
Educación tecnológica (con título)	-0,016	0,013	-0,049	0,039	-0,028	0,022	0,093	0,073
Educación universitaria (con título)	-0,021***	0,007	-0,064***	0,021	-0,036***	0,012	0,121***	0,039
Posgrado (con título)	-0,016	0,010	-0,047	0,030	-0,027	0,017	0,090	0,056
Región Atlántica	-0,011*	0,006	-0,034**	0,018	-0,020*	0,010	0,065**	0,033
Región Oriental	0,000	0,006	0,001	0,017	0,001	0,010	-0,003	0,033
Región Central	-0,022***	0,006	-0,068***	0,017	-0,039***	0,009	0,130***	0,031
Región Pacífica	-0,003	0,006	-0,006	0,017	-0,003	0,010	0,011	0,032
Grupo étnico	0,003	0,006	0,010	0,018	0,005	0,010	-0,018	0,034
Estrato socioeconómico	-0,004*	0,002	-0,014*	0,007	-0,008*	0,004	0,026*	0,013
Enfermedad crónica del padre	0,011***	0,004	0,034***	0,010	0,019***	0,006	-0,065***	0,019
Enfermedad crónica de la madre	0,009**	0,003	0,026**	0,011	0,015**	0,006	-0,050**	0,020
Régimen contributivo de salud	-0,018***	0,004	-0,056***	0,011	-0,032***	0,006	0,107***	0,021
Vivienda ubicada cerca de lugares riesgosos	0,003	0,004	0,010	0,011	0,006	0,006	-0,018	0,021
Vivienda afectada por desastres naturales	0,000	0,006	0,000	0,017	0,000	0,010	-0,000	0,032
Programa Familias en Acción	-0,016***	0,005	-0,050***	0,015	-0,028***	0,009	0,094***	0,028

*** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Fuente: cálculos de los autores.

6. Colombia en el comercio mundial (1992-2012): desempeño de las exportaciones colombianas

**David Camilo López
Enrique López Enciso
Enrique Montes***

La información disponible sugiere que el comercio mundial en 2012-2013 entró en una etapa de progresión débil, al tiempo que la demanda global por importaciones se habría desplomado en el primer semestre de 2014. La reducción del dinamismo se presenta después de un período que ha sido llamado por algunos la edad de oro del comercio, caracterizado por un cambio estructural en la relación entre este y el ingreso agregado, así como también por profundas transformaciones en términos de las direcciones de los flujos comerciales y del contenido tecnológico de las exportaciones

En ese contexto, surgen una serie de interrogantes acerca del desempeño futuro de las ventas externas colombianas. Para abordar ese tema, un primer paso sería dilucidar si las transformaciones en curso responden a un carácter cíclico o estructural. Los argumentos abundan en las dos direcciones, con lo cual la conclusión que sí se puede extraer es que todavía es demasiado pronto para adoptar una postura definitiva al respecto.

Sin embargo, sea cual sea el tipo de dinámica a la que nos estemos enfrentando, resulta esencial entender cómo fue el comportamiento del producto colombiano en la edad de oro del comercio y cuáles fueron los cambios que se dieron en la composición de las exportaciones en ese período. Este desempeño será esencial para entender cuál podría ser el comportamiento futuro de las ventas externas colombianas.

La descripción que sigue se centra en mostrar la dinámica que ha registrado el comercio mundial y, a partir del análisis de indicadores, evaluar el patrón que ha tenido el producto exportado colombiano. La actual estructura exportadora no parece haberse beneficiado de las reformas estructurales de finales del siglo pasado, que en teoría deberían haber propiciado la diversificación y el crecimiento de exportaciones de mayor valor agregado. Como

* Se agradece la colaboración de Alejandra del Mar Dussán, Juan Felipe Gutiérrez, María Alejandra Hernández y Andrés Mauricio Martínez, quienes se desempeñaron como estudiantes en práctica. Los autores son, en su orden, profesional experto del Departamento de Programación e Inflación; Investigador Principal, y jefe de la Sección Sector Externo, del Banco de la República.

Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva. Los errores que persisten son responsabilidad exclusiva de los autores.

se muestra en detalle más adelante, las ventas externas de manufacturas perdieron dinámica frente a las mineras; al tiempo que la capacidad de sustitución hacia otros destinos, al parecer, se ha visto limitada por la baja competitividad del producto manufacturero colombiano.

Todo lo anterior lleva a plantearse otro interrogante: ¿una base exportadora dinámica y diversificada tiene algún impacto en el crecimiento económico? En otras palabras, ¿el patrón actual de las exportaciones colombianas tendrá un efecto en el crecimiento económico colombiano? Este trabajo muestra lo que podrían denominarse los hechos estilizados del desempeño exportador colombiano, abordando desde la literatura el tema de su relación con el crecimiento. La pregunta queda abierta, aunque los argumentos que abundan en la literatura teórica y empírica apuntan en la dirección de los efectos negativos que sobre este último puede tener un desempeño inadecuado de las exportaciones.

Al respecto, la literatura existente acerca de la relación entre las exportaciones y el crecimiento económico es bastante amplia. Un primer punto es la discusión teórica en torno a los efectos de corto y largo plazo del comercio. Los estudios más influyentes que hacen hincapié en la relación entre las exportaciones y el crecimiento económico son los de Baldwin y Forslid (1996), Feenstra (1990), Segerstrom *et al.* (1990), Grossman y Helpman (1990) y Rivera-Batiz y Romer (1991). La idea básica es que las exportaciones incrementan la productividad factorial por medio de las economías de escala que generan y de otras externalidades como transferencia de tecnología o capacitación a trabajadores, con lo cual se incrementa la capacidad productiva de la economía. El crecimiento orientado a las exportaciones también permite una mejor utilización de los recursos. En general, hay buena proporción de estudios que apuntan en la dirección de un efecto positivo de las exportaciones sobre el crecimiento, pero siempre está presente el riesgo de la endogeneidad; tampoco se puede negar la posibilidad de una relación de dos vías. Está claro que los resultados dependen del método utilizado, la muestra empleada, el periodo de estudio y, sobre todo, de la rigurosidad con la que se especifica el modelo.

El objetivo de este trabajo es mostrar evidencia acerca del comportamiento de las exportaciones colombianas en el periodo 1992-2012. Para poner en contexto su desempeño y entender mejor esa evolución, la primera sección del documento examina las principales tendencias del comercio mundial en ese periodo. La siguiente sección es un análisis de la composición y contribución al crecimiento de las exportaciones mundiales, en la que se contextualiza el caso colombiano. La tercera sección presenta una lectura de las exportaciones colombianas a partir de un conjunto de indicadores de comercio exterior calculados con relación a una muestra mundial. La última sección contiene las conclusiones del trabajo.

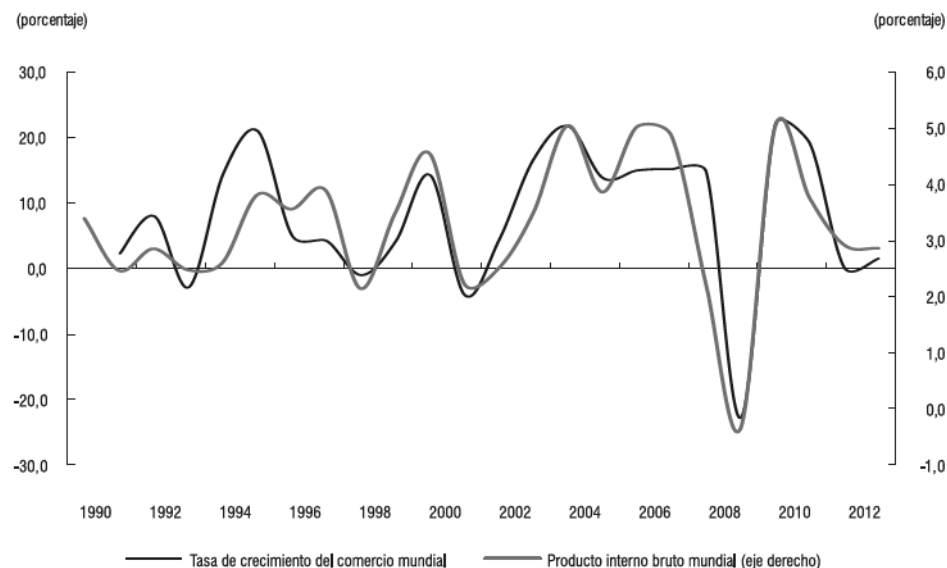
1. Comercio mundial, principales tendencias

Esta sección tiene como finalidad mostrar las principales tendencias que ha mantenido el comercio mundial en los últimos años. Un examen de la evolución del producto mundial y la del comercio muestra que este último creció hasta 2008 mucho más rápido que el primero. Aunque después de la crisis los dos indicadores se recuperaron, se observa una ruptura notoria desde entonces. La mejoría de 2010 no puede asimilarse con un retorno a la normalidad. En efecto, según el Fondo Monetario Internacional (FMI), en 2012 y 2013 el crecimiento del comercio fue de 3% comparado con una expansión de 7,1%

en promedio en el período precrisis (1987-2007). Por primera vez, en cuatro décadas, el comercio creció más lentamente que la economía global (Gráfico 1)

Gráfico

Tasa de crecimiento del comercio mundial vs. crecimiento del PIB mundial



Fuente: Banco Mundial; cálculos propios.

El comercio entre países desarrollados ha representado la mayor parte de las transacciones internacionales, destacándose el caso de los Estados Unidos como el principal comerciante de mercancías del mundo. Sin embargo, los períodos de apertura del comercio en las economías en desarrollo, que se dieron a partir del decenio de 1980, incidieron en una mayor tasa de crecimiento del comercio en este grupo de países que en los desarrollados. Incluso, durante la crisis del sistema monetario europeo de 1992-1993, esos países continuaron aumentando sus intercambios mientras se contraía el comercio mundial y, en particular, el flujo entre países desarrollados. En su conjunto, las economías en desarrollo representan el 50% tanto de la producción como del comercio mundiales, superior al 39% y el 32% del 2000 (OMC, 2014). Esta forma de examinar la información de comercio también corrobora que los mayores avances en este aspecto se dieron en Asia, lo que se explica principalmente por el notable desempeño de China.

Asimismo, el incremento en los flujos comerciales ha estado acompañado de tasas sostenidas de crecimiento económico. Tras crecer a un ritmo del 1,5% anual en la década de los noventa, los ingresos de los países en desarrollo aumentaron desde entonces 4,7% anual en promedio. Mientras tanto, el crecimiento anual de los ingresos per cápita en el mundo desarrollado se hizo más lento hasta llegar apenas al 0,9%, en comparación con el 2,8% registrado en el decenio de 1990 (OMC, 2014). Adicionalmente, los países en

desarrollo se han integrado con más dinamismo a las cadenas de valor mundiales (mercancías y servicios), lo cual les ha dado la posibilidad de acceder a nuevas tecnologías, habilidades empresariales y redes, que a su vez les han permitido alcanzar incrementos de productividad y mejorar la calidad del empleo y salarios (Cepal, 2014).

Una característica del comercio mundial durante la primera década del nuevo siglo es que tuvo el potencial, a su vez, de propiciar el crecimiento mundial, en la medida en que creó círculos virtuosos. A los flujos comerciales le siguieron las inversiones internacionales, los flujos financieros y aquellos de turistas y trabajadores. El crecimiento mundial se vio favorecido por el hecho de que muchas economías emergentes pudieron construir una base industrial, al tiempo que las economías avanzadas encontraron una demanda para sus productos. La pregunta planteada en muchos análisis es si la desaceleración actual del comercio mundial va a persistir y a traer consigo una reversión de las modificaciones que propició la edad de oro.

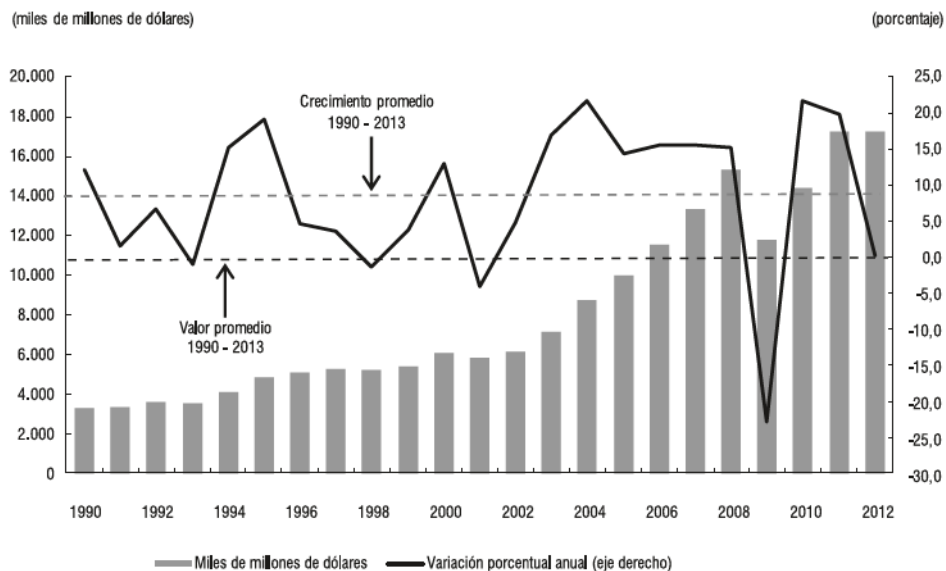
¿Cuáles fueron, entonces, las principales características de la evolución del comercio mundial? En primer lugar, como se mencionó antes, la multiplicación del intercambio comercial, con un crecimiento más rápido del comercio que de la producción mundial. Varios factores de la primera década del siglo XXI contribuyeron en ese resultado: la liberalización del comercio, la expansión de las economías asiáticas, la reubicación industrial, las mejoras en el transporte y las comunicaciones, los desequilibrios de cuenta corriente, la especialización vertical y la convergencia en el ingreso (Riad *et al.*, 2012).

Muchos países pudieron beneficiarse del aumento de sus exportaciones en el período analizado. En efecto, entre 1990 y 2012, las exportaciones mundiales promedio alcanzaron USD 8,8 billones con una tasa media de crecimiento de 8,1% (Gráfico 2). Los montos exportados fueron relativamente estables hasta finalizar la década de los noventa, para luego entre 2003 y 2008 alcanzar tasas promedio de crecimiento del 16,6%. Después de una abrupta caída en 2009 y una rápida recuperación en los dos años siguientes, el valor del comercio de bienes aumentó solo un 0,2% en 2012, mientras que en términos del volumen, estas crecieron 5,3% en 2011 y 1,7% en 2012.

En el corto plazo, la debilidad del crecimiento mundial, en especial en la Unión Europea (UE), es el factor fundamental que ha contribuido a la debilidad del comercio y la producción en los últimos años. En el largo plazo, la principal explicación se encuentra en los cambios en la China, economía que en el pasado había sido el motor de la economía global y que recientemente se ha replegado sobre su mercado interno, con una reducción considerable del contenido de importaciones en su crecimiento (Gráfico 3).

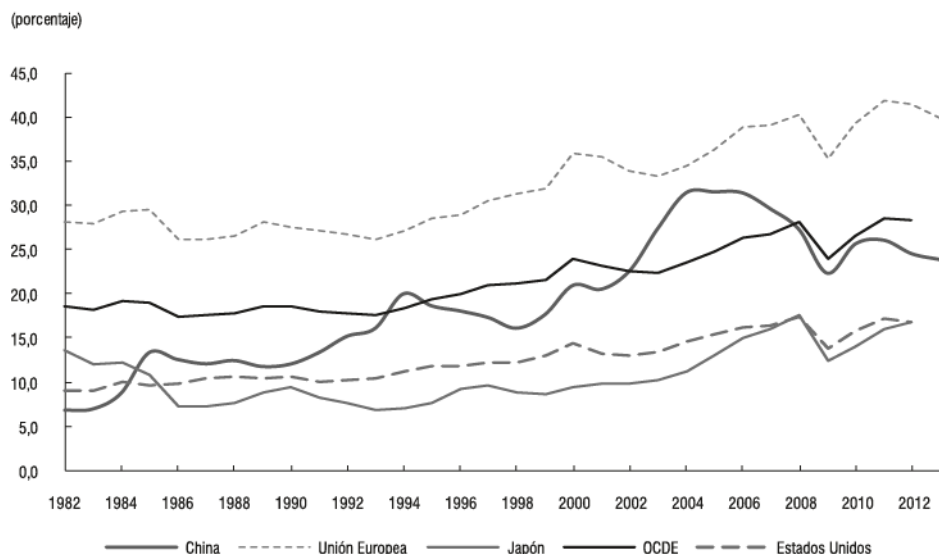
La expansión del comercio en el período 1990-2012 se originó, en buena medida, por el desempeño de las exportaciones de bienes industriales, rubro que ha registrado una tendencia creciente durante todo el período, principalmente durante la segunda mitad de la década pasada. Esto contrasta con las ventas externas de combustibles y productos de la industria extractiva, las cuales solo a partir de 2004 aumentan su importancia relativa en las exportaciones mundiales (Gráfico 4, panel A). En promedio, las ventas externas de manufacturas responden por el 74% de las exportaciones mundiales, seguido por las de combustibles y productos de las industrias extractivas (16%) y bienes agrícolas (10%). De igual manera, las fuentes de crecimientos de las exportaciones mundiales también cambiaron. Entre 1999 y 2004, la dinámica de las exportaciones de bienes industriales aportó, en promedio, el 72% de la variación de las ventas totales, superior al 58% registrado entre 2005 y 2011.

Gráfico
Exportaciones mundiales totales, 1990-2012



Fuente: Organización Mundial del Comercio (OMC); cálculos de los autores.

Gráfico
Participación de importaciones/PIB



Fuente: Banco Mundial; cálculos de los autores.

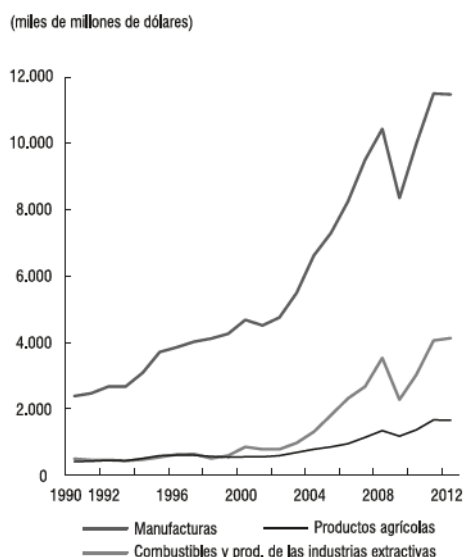
Es conveniente destacar que el incremento en la participación de los combustibles y los productos de la minería en las exportaciones mundiales de mercancías del 12% a 22% entre la década de los noventa y 2006-2012, se originó principalmente por el aumento de los precios (al menos, hasta 2008) (Gráfico 4, panel b)

De esa forma, mientras la evolución de las exportaciones de manufacturas ha dependido, sobre todo, del incremento de los volúmenes despachados, los precios de exportación han impulsado el crecimiento de las exportaciones de productos minero-energéticos (Gráfico 4, panel B). Este incremento en los precios, iniciado en 2003, se debió a diversos factores, entre ellos, el crecimiento económico a más largo plazo en varios países en desarrollo, la mayor demanda mundial de productos básicos, la depreciación del dólar de los Estados Unidos, entre otros. Esta tendencia alcista en los precios también se observó en los productos agrícolas y, en menor medida, en el resto de productos.

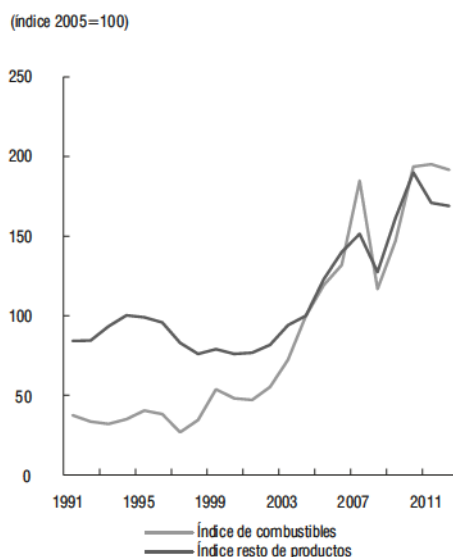
Gráfico

Valor e índice de precios de las exportaciones mundiales

A. Exportaciones mundiales por producto, 1990-2012



B. Índice de precios por producto, 1991-2012



Fuentes: OMC y FMI; cálculos de los autores.

Sin embargo, durante 2012 y 2013, los precios de la mayoría de los grupos de productos básicos siguieron descendiendo de sus máximos alcanzados a principios de 2011, lo cual, sumado a la lenta actividad económica de los países desarrollados, en especial de Europa, ha repercutido de manera importante en la desaceleración del comercio mundial.

Otra de las modificaciones de fondo durante el periodo examinado ha sido la reorientación en la geografía del comercio, en otras palabras, en la dirección de los flujos comerciales. Estos cambios responden, a su vez, a la modificación en el centro de gravedad de la economía mundial, por la creciente influencia que dentro de ella tiene Asia, especialmente China.

Para constatar esto, la economía mundial puede dividirse en tres grandes bloques, teniendo en cuenta los principales ejes de la producción y el comercio, así como sus zonas de influencia: 1. América, que corresponde al continente americano, 2. Asia-Oceanía, y 3. La Unión Europea y los países de África (Comunidad de Estados Independientes [CEI] y resto de África) y Oriente Medio que gravitan económicamente en torno a ella. En el Cuadro 1 se presenta una comparación de la participación de cada una de las tres regiones económicas en tres variables esenciales —comercio, PIB por paridad de poder adquisitivo (PPA) y población— para dos momentos en el tiempo (1967 y 2011).

En el Cuadro 1 se observan algunos hechos estilizados importantes. En primer lugar, en el periodo examinado la distribución de población mundial varió poco entre las tres grandes regiones. Por el contrario, los centros de gravedad de la producción y el comercio han cambiado de forma notoria. En los dos casos se redujo la participación de América y Europa-África, mientras que aumentó la de Asia-Oceanía. De esa forma, se ha reabsorbido el desequilibrio que existía entre una región con alta población y reducida participación en la producción y el comercio.

Cuadro 1
Participación de los bloques de países en variables esenciales

		América	Asia-Oceanía	Euráfrica
Comercio	1967	24	13	63
	2011	19	31	50
PIB-PPA	1967	36	16	49
	2011	29	36	35
Población	1967	14	54	32
	2011	14	56	31

Fuente: (base de datos Chelem) Cepii.

Si se separa Europa-África en dos bloques, uno constituido por Europa-CEI y el otro por el resto de África y Oriente Medio, aparece de manera muy marcada el declive demográfico de Europa y la progresión del último grupo de países (Cuadro 2). De otro lado, Europa también reduce su aporte en el comercio y en el PIB, mientras que la participación de África se estanca.

Cuadro 2
Participación de los bloques de países en variables esenciales

		América	Asia-Oceanía	Europa-CEI	África-Medio Oriente
Comercio	1967	24	13	55	8
	2011	19	31	42	8
PIB-PPA	1967	36	16	41	7
	2011	29	36	27	8
Población	1967	14	54	21	11
	2011	14	56	13	18

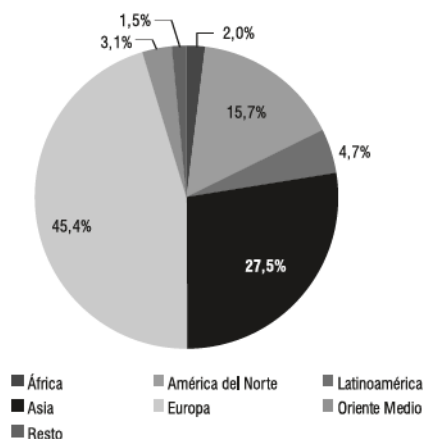
Fuente: (base de datos Chelem) Cepii.

En términos generales, se podría concluir que el ascenso de Asia-Oceanía en el comercio y el PIB se traduce en un declive relativo de la zona Europa-CEI. Aunque esta última región es todavía importante en el comercio internacional, con un peso destacable del comercio intracomunitario, no es el caso del PIB, en el cual es hoy en día más significativa la contribución de Asia-Oceanía.

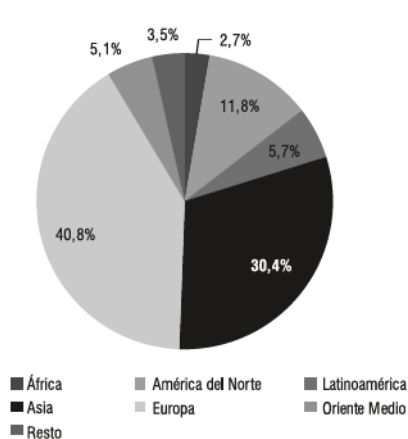
En relación con las exportaciones mundiales, sobresale el caso de los Estados Unidos, cuya participación en el total exportado cayó de 12% durante la década de los noventa a 8,5% entre 2001-2013 (Gráfico 5). Asimismo, el 41% de las exportaciones totales correspondieron a mercancías europeas¹, inferior al 45,4% registrado durante los noventa.

Gráfico
Distribución geográfica de las exportaciones mundiales (participación por ciento)

A. Promedio 1990-2000



B. Promedio 2001-2013



Fuente: OMC; cálculos de los autores.

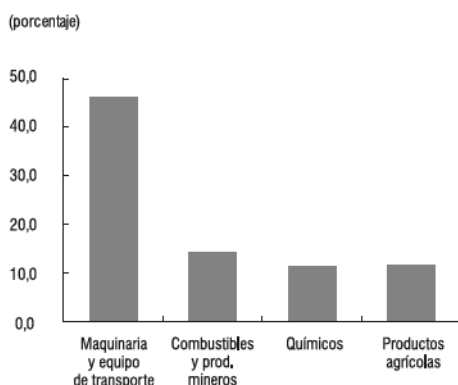
¹ Cabe señalar que el comercio intraeuropeo ocupa un lugar predominante del comercio de esta región. Casi una quinta parte del comercio mundial tiene lugar entre los miembros de la UE.

Por el contrario, las mercancías originarias de Asia vieron incrementada su participación, la cual durante el último periodo se ubicó en 30,4% del comercio mundial (Gráfico 5, panel B). Oriente Medio y Latinoamérica fueron otras regiones que ganaron importancia, aunque aún no sobresalgan como los principales mercados. La participación promedio de estas regiones durante el último periodo fue cercana al 5% y 6%, respectivamente.

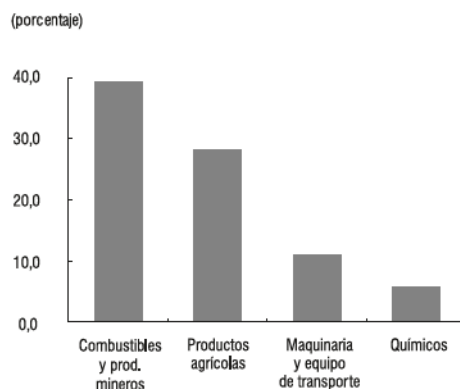
Cuando se analiza por grupos de productos, la estructura exportadora es bastante heterogénea a nivel de regiones. Mientras en América del Norte, Europa y Asia, alrededor del 44% de sus exportaciones correspondieron a maquinaria y equipo de transporte en promedio (Gráfico 6), en Oriente Medio (por combustibles y productos mineros) y Latinoamérica (productos mineros y agrícolas) sobresalen las exportaciones de bienes primarios con cerca del 79% y 71%, respectivamente.

Gráfico
Participación de los principales grupos de productos exportados (2000-2013)

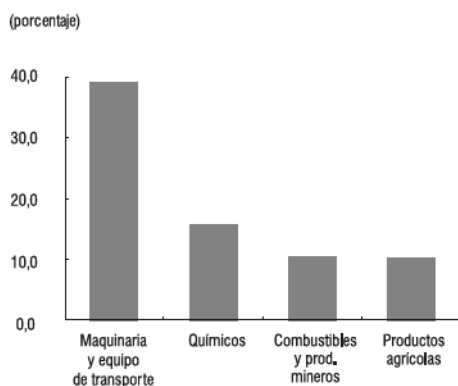
A. América del Norte



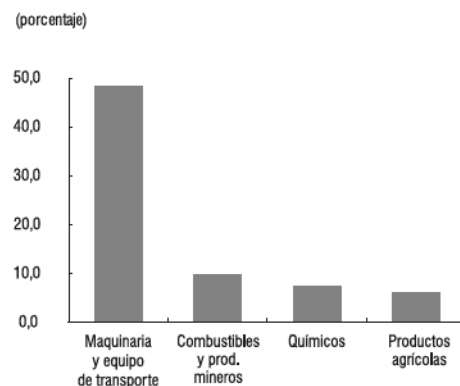
B. Latinoamérica



C. Europa

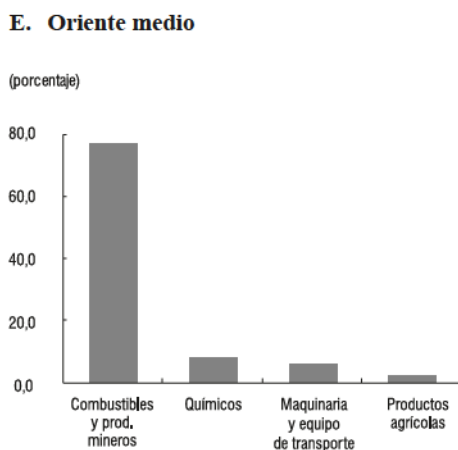


D. Asia (incluye Pacífico y Oceanía)



Fuente: OMC; cálculos de los autores.

Gráfico 6 (continuación)
Participación de los principales grupos de productos exportados (2000-2013)



Fuente: OMC; cálculos de los autores.

A pesar del peso relativo que registran los bienes agrícolas en las exportaciones latinoamericanas (28%), la región tiene una importancia reducida en el mercado mundial de estos productos (12%), en el que sobresale Europa (44%), Asia (20%) y América del Norte (17%). En los últimos años, el 46% del total de las manufacturas comercializadas mundialmente se despacharon desde Europa, seguido de Asia con 34% (sobresalen China y Japón) y América del Norte con 13% (Estados Unidos). Se destaca el caso de Oriente Medio, al representar el 25% del total de combustibles y productos mineros, seguido de otros países como Rusia (9%), los Estados Unidos (5%), Holanda y Australia (4% cada uno).

2. Panorama general de l comercio exterior: com posición y ma yores contribuciones al crecimiento o

Una profusa literatura ha documentado diversos indicadores y variables analíticas para el mejor entendimiento del dinamismo del comercio internacional en un país (Escap, 2008; Durán, 2008; Durán y Álvarez, 2011; Mikic, 2005). Para el cálculo de varios de estos indicadores², los cuales se desarrollan en detalle en la siguiente sección, es necesario información desagregada a nivel de productos (sistema armonizado) y mercados. Para ello, se seleccionó una muestra de 71 países de la base de Comtrade de las Naciones Unidas³ con información anual entre 1992 y 2012 (Anexo 1). En cuanto a la representatividad de

² Entre ellos, índices de diversificación /concentración, índices de similitud y ventaja comparativa revelada, índices de comercio intraindustrial, etc.

³ Véase <https://comtrade.un.org/>

la muestra, este grupo de países participa con cerca del 80% del valor del comercio mundial⁴, y contribuye mayoritariamente al crecimiento de las exportaciones mundiales. Entre 2005 y 2012 el flujo mundial de exportaciones casi que se duplicó; de este incremento, el 71% se explicó por los países incluidos en la muestra y el 29% por el conjunto de países restantes productores de petróleo y sus derivados, en su mayoría de Oriente Medio.

Dicha selección tiene en cuenta a los principales socios de Colombia y a los mayores bloques comerciales del mundo (UE, Nafta, CAN, Cafta, etc.), de los cuales una gran parte de ellos tienen algún tipo de acuerdo con Colombia. Además, se incluyeron casos particulares que no forman parte específicamente de algún bloque comercial, pero con los que se viene negociando algún tipo de preferencia comercial, entre ellos, Turquía y Corea del Sur.

Al mismo tiempo que ha variado la importancia relativa de los países en el comercio internacional, el tipo de mercancías comerciadas también lo ha hecho. El Cuadro 3 muestra la estructura exportadora (en términos nominales, sin distinguir entre volúmenes y precios) para el grupo seleccionado de 71 países, siguiendo la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI o SITC por sus siglas en inglés)⁵. Lo primero a resaltar es que la oferta exportable se concentra mayoritariamente en bienes de capital y productos manufacturados. Del monto total exportado, cerca del 35% en promedio se origina en las ventas externas de equipo de transporte (que ha caído en los últimos años), y otro 35% por manufacturas (productos químicos, artículos manufacturados según el material y manufacturas diversas).

Por subcategorías en el caso de las manufacturas, solo la participación de los productos químicos y el material de oficina y de telecomunicaciones era mayor en 2012 que en 1992. La participación de la mayoría de los productos restantes, incluidos la de los sectores automotriz y textil (que incluye prendas de vestir), había disminuido. En el caso del hierro y el acero esta permaneció estable.

Por el contrario, la parte correspondiente a los productos agropecuarios retrocedió de forma constante, en contraste con la participación creciente de los combustibles, la cual aumentó de 4,2% en 1992-1997 a 8,6% en 2009-2012 (Cuadro 3). Al mirar las exportaciones de Latinoamérica, se encuentra que las ventas de productos básicos han sido históricamente el principal rubro de exportación. Cerca del 71% del valor total exportado

⁴ El 86% del comercio de manufacturas y el 65% del valor transado de combustibles e industrias extractivas.

⁵ La CUCI y el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA) son en la actualidad las clasificaciones del comercio utilizadas más comúnmente por las oficinas nacionales de estadística para informar sobre el comercio y las corrientes comerciales. La CUCI tiene una mayor utilidad en el análisis económico, pues clasifica las mercancías atendiendo al grado de procesamiento al que han estado sujetas, y no solo en función de sus características físicas o naturaleza.

La tercera revisión de la CUCI se realizó sobre la base de los 5.019 componentes básicos del SA original del Consejo de Cooperación Aduanera (CCA). Con vistas a mantener la coherencia conceptual con las versiones anteriores, se siguieron aplicando los siguientes criterios de clasificación

- a) índole de la mercadería y los materiales utilizados en su producción;
- b) grado de elaboración;
- c) prácticas del mercado y usos del producto;
- d) importancia del producto en el comercio mundial, y
- e) cambios tecnológicos.

entre 1992 y 2012 correspondió a productos mineros y agrícolas, similar a lo calculado para Colombia.

Cuadro 3
Composición de la canasta exportadora (porcentaje)

	1992 - 1997	2001 - 2008	2009 - 2012
1. Productos alimenticios y animales vivos	6,9	4,8	4,9
2. Bebidas y tabaco	1,3	0,9	0,7
3. Materiales crudos no comestibles	3,7	2,7	3,0
4. Combustibles	4,2	5,7	8,6
5. Aceites, grasas	0,4	0,2	0,3
6. Productos químicos	9,0	9,9	10,2
7. Artículos manufacturados según material	14,8	11,9	11,2
8. Maquinaria y equipo de transporte	40,9	34,1	30,4
9. Manufacturas diversas	13,8	11,3	9,7
10. Mercancías no clasificada ^{a/}	0,5	0,3	0,8

^{a/} Se incluyen las exportaciones de oro no monetario.

Fuente: Contrade.

Al explorar un poco más en detalle el caso colombiano, entre 1992-1997 las exportaciones de productos alimenticios, animales vivos, bebidas y tabaco aportaron cerca de la tercera parte del valor exportado por el país, resultado principalmente de las ventas externas de productos de café, las cuales representaron el 20% del total. El monto exportado de combustibles y lubricantes minerales (sobre todo petróleo crudo y sus derivados) empezó a ganar más relevancia y su aporte al valor total de las ventas externas se eleva al 30% en este período. Respecto al resto de productos, su participación alcanza el 40%, entre los que sobresalen el mayor valor despachado de químicos, flores, prendas y accesorios de vestir y artículos confeccionados de fibras textiles, y manufacturas de minerales no metálicos como esmeraldas, cemento y artículos de vidrio.

En la última década, se pueden identificar esencialmente dos períodos. El primero comprendido entre 2001 y 2008, en el que la participación de los combustibles y lubricantes minerales en el valor total se mantuvo estable en el 37% y el valor despachado de café pasa a representar el 6% del monto exportado. Sin embargo, las demás ventas externas (sin café, flores, banano, oro y ferróniquel), aumentaron su participación al 44%; sobresalen, en su orden, los alimentos y bebidas, químicos, metalúrgicos básicos, textiles y prendas de vestir. Entre 2004 y 2007 las ventas a Venezuela, principalmente de productos industriales, se incrementaron cada año en un 71%; 2008 alcanzó el monto histórico de USD 6.092 millones (m)⁶. En el segundo período, entre 2009 y 2012, los combustibles y lubricantes minerales se constituyeron en la principal fuente de ingresos y representaron en promedio el 64% del valor total exportado (con oro incluido), seguido de los productos alimenticios, animales vi-

⁶ El tipo de productos despachados al vecino país que más sobresalieron fueron vehículos (automotores y autopartes), prendas y accesorios de vestir, manufacturas de hilados y tejidos y aparatos eléctricos (Montes *et al.*, 2010).

vos, bebidas y tabaco (11%), productos manufacturados según el material (8%) y químicos y productos conexos (7%).

El Cuadro 4 muestra la tasa de crecimiento porcentual (promedio anual) de cada uno de los rubros y la contribución al crecimiento de las exportaciones totales entre 1993 y 2012 para el conjunto de países analizados. En cada periodo se somborean los cuatro grupos de productos (se excluyeron mercancías no clasificadas) con mayores crecimientos y aquellos que más aportaron al crecimiento total. Sobresalen dos resultados. El primero de ellos es el importante dinamismo de productos con baja importancia relativa como bebidas y tabaco (entre 1993 y 1997), materiales crudos no comestibles⁷, combustibles, y aceites y grasas de origen animal y vegetal, con tasas de crecimiento promedio superiores al 10% (Cuadro 4). En los dos últimos periodos se destaca la contribución al crecimiento de las exportaciones de combustibles y lubricantes (13,7% y 18,6%), la cual aumentó en forma considerable frente a lo registrado entre 1993 y 1997 (5,9%). En efecto, la contribución al crecimiento de los productos con menor grado de elaboración o dependientes de recursos naturales pasó del 17,9% al 33% (Cuadro 4, fila 1).

Cuadro 4
Crecimiento porcentual y contribución al crecimiento

Según CUCI	Crecimiento porcentual			Contribución al crecimiento		
	(porcentaje)					
	1993- 1997	2001- 2008	2010- 2012	1993- 1997	2001- 2008	2010- 2012
1. Productos alimenticios y animales vivos	10,9	13,8	10,6	5,7	5,1	4,8
2. Bebidas y tabaco	21,6	7,9	7,9	2,2	0,5	0,5
3. Materiales crudos no comestibles	9,5	15,6	19,3	2,6	3,5	5,8
4. Combustibles y lubricantes minerales	18,1	24,8	22,3	5,9	13,7	18,6
5. Aceites y grasas	19,3	20,8	17,8	0,6	0,4	0,5
6. Productos químicos	10,9	20,5	9,5	8,3	16,8	9,1
7. Artículos manufacturados según material	13,9	15,3	12,8	15,9	14,8	13,9
8. Maquinaria y equipo de transporte	10,3	14,1	11,4	33,8	38,2	33,0
9. Manufacturas diversas	21,9	7,8	12,2	24,1	6,4	11,0
10. Mercancías no clasificada ^a	22,4	19,5	36,8	0,9	0,5	2,8
11. Productos con menor grado de elaboración (1-5 y 10)	13,2	18,2	18,1	17,9	23,8	33,0
12. Manufacturas y bienes de capital (6-9)	12,8	13,6	11,4	82,1	76,2	67,0

Nota: tanto el crecimiento como la contribución en cada periodo corresponde al promedio anual.

^a Se incluyen las exportaciones de oro no monetario.

Fuente: Comtrade.

Maquinaria y equipo de transporte es el grupo que más ha contribuido al crecimiento de las exportaciones mundiales, pues aporta en promedio cerca del 35% del crecimiento, seguido de artículos manufacturados según material (15%), manufacturas diversas (14%), y

⁷Para el período 2001-2008 el producto que tuvo mayor crecimiento en promedio corresponde a menas y desechos de metales. En 2010-2012 sobresalen las exportaciones de pasta y desperdicios de papel.

productos químicos (11,4%). A pesar de que el aporte al crecimiento de las manufacturas y bienes de capital ha caído durante la última década, al 67% en 2010-2012 (Cuadro 4, fil 12), este tipo de bienes sigue siendo la principal fuente de crecimiento del comercio global.

En contraste, en el caso colombiano, el crecimiento de sus exportaciones ha estado impulsado, sobre todo, por las mayores ventas externas de productos mineros. Del crecimiento total observado entre 1993 y 1997 (11% promedio anual), el 47% se originó por el incremento del valor exportado de combustibles y lubricantes. Para 2001-2008 esta contribución aumentó al 59% y en 2010-2012 alcanzó el 90%. Al incluir los demás productos dependientes de recursos naturales⁸, esta cifra aumentó del 62% en 1993-1997 al 98% en los últimos tres años analizados.

Es importante mencionar que buena parte del crecimiento reciente del comercio mundial se ha originado en el comportamiento de los precios. Esta conexión está relacionada de manera más estrecha con las exportaciones de productos minero-energéticos, y en menor medida, con el valor exportado de manufacturas cuya evolución ha respondido en forma mayoritaria al incremento de los volúmenes. El comercio exterior colombiano no ha sido ajeno a esta dinámica. Al descomponer la variación anual del valor total de las exportaciones colombianas entre precio y cantidad, se observa que desde mediados de la pasada década la dinámica de las ventas externas expresadas en dólares corrientes se explica principalmente por el comportamiento de los precios de exportación, más que por el aumento de las cantidades despachadas (véase el Anexo 2: Índices de precios y cantidades del comercio exterior colombiano).

En promedio para el período precrisis (2003-2008 a septiembre), el valor de las ventas externas colombianas, con datos trimestrales, se incrementaron cada año un 23%, en el que los precios aportaron cerca del 15% y las cantidades el restante 8%. Lo contrario sucedió entre 1996 y 1998, cuando el crecimiento exportador estuvo jalonado por los mayores volúmenes exportados, al igual que en 2012 cuando las cantidades despachadas permitieron compensar los menores precios de exportación. El índice de precios de las exportaciones totales se duplicó entre 1995-1997 y 2008-2012, períodos en los cuales los incrementos más importantes se observaron en combustibles y lubricantes minerales, productos químicos y artículos manufacturados según el material (Anexo 2). De manera análoga, se analiza cuál ha sido el componente (precio y/o cantidad) y los productos que han impulsado el crecimiento de las importaciones colombianas en el período 2004-2008, encontrándose que en contraste con las exportaciones, los volúmenes explicaron cerca del 71% de la tasa de crecimiento anual promedio.

3. Indicados relativos al comercio exterior

A partir de diversos indicadores relativos al comercio exterior, todos documentados de modo amplio en la literatura, en esta sección se describen y evalúan a lo largo del tiempo el estado y los patrones particulares de comercio exterior entre Colombia y el grupo de

⁸Productos alimenticios y animales vivos, bebidas y tabaco, materiales crudos, aceites y grasas y mercancías no clasificadas

países definido con antelación. Este tipo de mediciones, además de usarse para un mayor entendimiento del patrón de comercio de un país, son recurrentemente empleados y citados como evidencia para la elección de políticas comerciales, lo que facilita responder preguntas como (Unescap, 2009): ¿Cuáles son los mercados más dinámicos para nuestras exportaciones? ¿Cuáles socios comerciales son similares (o más competitivos)? ¿Qué tan concentrada es la oferta exportable? ¿En qué productos tiene el país ventaja comparativa? ¿Cuál ha sido el nivel de sofisticación de las exportaciones?, etc

Siguiendo Unescap (2009), los indicadores analizados pueden clasificarse, según su propósito, en dos grupos. En el primero se clasifican las exportaciones colombianas según su *intensidad tecnológica* y se calcula el índice sectorial de *Herfindahl-Hirschman*, el índice de diversificación y el índice de contenido tecnológico revelado. Este conjunto de indicadores proporcionan una medida global de la diversificación exportadora y permiten identificar los productos con mayor ventaja comparativa, así como tener una aproximación de su grado de sofisticación a través del indicador EXP.

El siguiente grupo de índices podría denominarse de solapamiento y comercio intra-industrial, y su propósito es medir el grado en que el comercio entre países se superpone. Dentro de esta categoría se calcula el índice de similitud de las exportaciones, el cual proporciona una medida del nivel de similitud de la canastas y, por tanto, los principales países competidores en los mercados internacionales; el índice de complementariedad, el cual mide qué tanto coincide lo que un país quiere vender con lo que otro quiere comprar (y viceversa) y a menudo se utiliza como un indicador de las posibilidades de expansión del comercio tras la formación de un bloque comercial; por último, se calcula el indicador *Grubell-Lloyd*, que evalúa el grado de superposición en el perfil de importación/exportación de una sola economía y es utilizado para formular estrategias de inserción en las cadenas de valor. Antes de desarrollar en detalle los indicadores descritos, a continuación se hace un breve resumen de la literatura existente acerca de su relación con el crecimiento económico.

3.1 Su relación con el crecimiento

Numerosos trabajos demuestran que para experimentar un crecimiento sostenido, la economía debe estar abierta al comercio y a la inversión con el resto del mundo (Dollar [1992], Sachs y Warner [1995], Krueger [1997], Edwards [1998], Frankel y Romer [1999]).

Los estudios empíricos inician a partir de los años sesenta, abarcan distintos métodos de estimación y diferentes muestras de países. Muchos de ellos confirman la importancia de las exportaciones para las economías en desarrollo y hacen hincapié en la relación positiva y significativa entre crecimiento y exportaciones (Michaely [1977], Feder [1983], Ram [1985], López [1991], Edwards [1992] y Ngoc, Anh y Nga [2003]).

Varios trabajos examinan el vínculo entre las exportaciones y el crecimiento económico; para ello utilizan algunos indicadores de comercio exterior como los que se analizarán en el siguiente apartado. Como ya se mencionó, un primer conjunto de indicadores está relacionado con la diversificación y concentración del comercio, la composición de las exportaciones, específicamente con el grado de intensidad tecnológica incorporada y

los productos exportados asociados con mayores niveles de ingreso. El segundo grupo está vinculado con el comercio intraindustrial, análisis de similitud de las canastas exportadoras y el grado de complementariedad entre las estructuras de comercio.

En cuanto a la composición de las exportaciones, los trabajos se enfocan en el nivel de contenido tecnológico, la diversificación y la concentración sectorial. Una línea de estudios insistió en la diversificación de exportaciones como una etapa indispensable del desarrollo; los trabajos clásicos en esa dirección son los de Rostow (1961), Kuznets (1955) e incluso la Cepal (Agosin, 2009), Parteka y Tamberi (2013), quienes utilizando una muestra de países desarrollados y en desarrollo, evalúan cómo los cambios en la composición de las exportaciones y el nivel de diversificación de los países afectan la senda de crecimiento económico; encuentran que la diversificación del comercio es la tendencia predominante, la cual se caracteriza en momentos iniciales de desarrollo por una relación negativa entre los niveles de concentración de las exportaciones y el PIB per cápita. Sin embargo, después de cierto nivel de ingreso, dicha relación se vuelve positiva.

Varios estudios obtienen el mismo resultado en forma de U; ejemplos de ello son los de Aditya y Acharyya (2011), Rodrik (2005) e Imbs y Wacziarg (2003). En todos los casos se confirma el resultado de que la diversificación tiene un impacto positivo en el ingreso, cuya tendencia se revierte a cierto nivel de concentración y PIB. La diversificación contribuye al incremento de la productividad factorial, a la estabilización del ingreso por exportaciones y a fortalecer la inversión (Gutiérrez de Piñeres y Ferrantino, 1997). Acharyya también encuentra que a un mayor rango de exportación de bienes de alta tecnología con respecto al total de manufactura exportada, más alto será el crecimiento económico. De manera adicional, el efecto sobre el crecimiento será aún más significativo si estas ventas externas crecen más rápido que el promedio mundial. Rodrik observa a partir de 1992 la relación positiva entre el crecimiento del PIB y el índice de contenido tecnológico EXPY, señalando con esto que aquellos países que se aferran a una canasta de exportaciones de alta calidad tienen un mayor desarrollo económico posterior, como fue el caso de China e India en la últimas décadas. De esta manera, los países deberían estimular canastas de exportación vinculadas con mayores niveles de ingreso (medido a través del indicador EXPY), de tal forma que su convergencia a los países ricos sea más rápida. Otra conclusión fundamental se relaciona con el punto de inflexión de ingreso en que las exportaciones comienzan a concentrarse de nuevo, el cual viene dado por un nivel de ingresos per cápita muy alto, hecho que no se ha registrado en ningún país de esta región.

En relación con lo anterior, el trabajo de Ali *et al.* (1991) hace un análisis de las medidas y definiciones de diversificación y las diferentes conclusiones que se obtienen a partir de cada una, mostrando que hay un *trade-off* entre crecimiento y estabilidad con la diversificación de un país, ya que con ésta, las ganancias de las exportaciones se reducen, pero hay mayor estabilidad vía precios internacionales. De este modo, la diversificación no garantiza la estabilidad de los ingresos, pero si reduce su volatilidad a los choques exógenos que puedan afectar pocos productos. Además, es banal insistir en la diversificación si no se cumplen ciertas condiciones previas (Mejía, 2011).

Otra de las relaciones ampliamente estudiadas ha sido aquella entre el contenido tecnológico de las exportaciones y el crecimiento. Altunc y Aydin (2015), para los últimos países que ingresaron al G-20, muestran que los bienes intensivos en tecnología tienen un

mayor impacto en el crecimiento del PIB per cápita que aquellos que demandan menos⁹. Autores como Crespo y Wörz (2005) y Reyes y Jiménez (2012), se enfocan también en el contenido tecnológico para analizar la composición de las exportaciones, basándose en el modelo propuesto por Feder¹⁰. Crespo y Wörz encuentran que las exportaciones contribuyen al crecimiento, especialmente por medio de incrementos en la productividad y no vía efectos externos como el conocimiento y la difusión de tecnología¹¹. La exposición a la competencia internacional conduce a un uso más eficiente de los recursos disponibles y aumenta la productividad del sector exportador por encima del mercado doméstico, sobre todo si este se enfoca en la producción exportable de bienes de alta tecnología, cuyas ganancias superan a las de exportaciones de baja y media tecnología. Reyes y Jiménez (2012) para los países de la Comunidad Andina de Naciones, encuentran, a pesar de ello, que prima el efecto externalidad sobre el efecto productividad, ya que dichos países exportan de manera principal bienes de sectores primarios, por lo que la productividad de dichos sectores no es mayor a la del sector doméstico. De forma similar, hallan que para todos los países, la mayoría de exportaciones que impactan positiva y significativamente el crecimiento, sea vía externalidad o vía productividad corresponden a la industria manufacturera.

Sin embargo, otros estudios indican lo contrario, como lo son los de Sulochani y Lee (2015) y Naudé *et al.* (2010), quienes encuentran que el crecimiento económico por medio de la no diversificación y especialización en pocos sectores es un camino efectivo en países en desarrollo. No obstante, Naudé y Bosker plantean que estos niveles de concentración deben estar asociados con bienes intensivos en tecnología más que con bienes primarios.

Ahora bien, para el segundo grupo de indicadores y su relación con el crecimiento económico, existe muy poca literatura al respecto. Algunos trabajos a partir de indicadores de similitud de las exportaciones, comercio intraindustrial y complementariedad, se enfocan en la convergencia entre países desarrollados y en desarrollo. De Benedictis y Tajoli (2007) encuentran como los países que cambiaron sus canastas exportadoras hacia una estructura similar a la de la Unión Europea, tuvieron una convergencia a los ingresos de dicha zona, mientras que países como las tres repúblicas bálticas, cuyas composiciones de las exportaciones no convergieron, son países rezagados en términos de ingresos. Otras investigaciones apuntan a lo mismo, como es el caso de Ben-David y Kimhi (1998) quienes relacionan el comercio entre países y su convergencia de ingresos. Los resultados señalan que los cambios positivos en la magnitud del comercio intraindustrial tienen un efecto sobre el grado de disparidad de ingresos entre los países, aumentando

⁹Los autores clasifican los bienes por: mercancías que exigen un bajo nivel de tecnología y habilidad, bienes que demandan un medio nivel de la tecnología y habilidad y mercancías que exigen un alto nivel de tecnología y habilidad.

¹⁰ Modelo neoclásico con factores capital y trabajo basado en una economía con dos sectores: exportador y doméstico, en los que el último tiene como externalidad la producción del sector exportador. Además, asume que las productividades marginales son diferentes entre sectores.

¹¹ El efecto productividad se refiere a cómo el comercio en industrias intensivas en tecnología implican un mayor potencial de productividad, mayor eficiencia y economías de escala, y el efecto externalidad se refiere a cómo las exportaciones están generando mayor conocimiento y tecnología en el sector doméstico.

su convergencia de manera significativa. Además, cuando se incrementa el flujo de comercio del socio más pobre a la pareja más rica, la convergencia será mayor.

En cuanto a la complementariedad, Meyer (1956) apoya la idea de fomentar el comercio entre países cuyas estructuras de comercio sean complementarias, es decir, que uno exporte lo que el otro país importe, y viceversa. Plantea que el comercio entre países con alta similitud en la canasta exportadora disminuye la eficiencia marginal del capital del sector industrial, mientras que el comercio entre países complementarios la aumenta. Contrario a lo que indica este último autor, algunos estudios sobre comercio intraindustrial muestran que la productividad de los sectores aumenta cuando hay competencia y que dicho comercio se encuentra positivamente correlacionado con la intensidad comercial entre países, es decir, con un mayor volumen de mercancías comerciadas. En esta línea, un dinámico comercio entre países con similitud en sus exportaciones puede tener un efecto positivo por varias vías, la primera es por medio del acceso a tecnología avanzada y conocimiento de otros países, los cuales pueden influir mayormente entre los mismos sectores. La segunda vía se da por el lado de la demanda, ya que se adecúa la oferta con la demanda y mejora las condiciones del comercio y, por último, existe una ventaja asociada con los ciclos económicos, ya que al haber la misma estructura de producción, los choques se dan al mismo tiempo y esto reduce el nivel de divergencia entre países (De Benedictis y Tajoli, 2007).

En relación con el comercio intraindustrial se encuentran los trabajos de Parteka (2013) y Koçyiğit y Şen (2007). Los primeros encontraron que el crecimiento de los últimos países que ingresaron a la Unión Europea se debió principalmente a efectos intraindustriales. Se confirma que el comercio puede estimular el crecimiento de la productividad intraindustrial en ambas vías (exportaciones e importaciones) y en este el intercambio de bienes intermedios es el que tiene mayor efecto. El segundo trabajo utilizó el índice Grubel-Lloyd para el caso de Turquía y muestra que después de la unión aduanera con la Unión Europea el índice de comercio intraindustrial cambió de manera drástica, siendo comerciados productos de mayor contenido tecnológico en lugar de productos agrícolas con los que se comerciaba antes, lo que da una clara muestra del cambio en la estructura de producción del país hacia una base industrial típica de la UE.

Así pues, varios indicadores del comercio exterior y estudios sobre su relación con el crecimiento económico revelan que el aumento de las exportaciones, tienen un efecto sobre la productividad de los países. El debate está abierto y hay varias comparaciones entre el nivel de complementariedad y similitud de las exportaciones con otros países y entre el grado de especialización o diversificación que debe existir para aumentar el crecimiento económico; diferentes estudios corroboran lo uno o lo otro. La evidencia mayoritaria apunta a que una importante diversificación, una oferta exportable de bienes con alta intensidad tecnológica y mayores relaciones de comercio intraindustrial¹² tienen un considerable impacto en el crecimiento económico.

¹² En especial si este se deriva de uniones aduaneras que fomenten el comercio intraindustrial de bienes manufacturados.

3.2 Indicadores de comercio exterior

3.2.1 Exportaciones clasificadas según su intensidad tecnológica

En el caso colombiano, los bienes primarios y manufacturas basadas en recursos naturales han representado históricamente más del 71% del valor total exportado. En el periodo 2010-2012 ganó importancia el rubro de bienes primarios, en detrimento de aquellas exportaciones que incorporan tecnología media y alta.

Como un primer acercamiento, el grado de intensidad tecnológica incorporada a las mercancías ha sido punto de partida de diversos estudios acerca del comercio internacional. La clasificación adoptada en este documento sigue la metodología planteada por Lall (2000)¹³, la cual discrimina los productos exportados de acuerdo con su nivel tecnológico en cinco grupos: productos primarios, manufacturas basadas en recursos (agropecuarios, otros), manufacturas de baja tecnología (textiles, vestuario y calzado, otros productos), manufacturas de mediana tecnología (automotrices, de proceso, ingeniería) y manufacturas de alta tecnología (eléctricas y electrónicas, otras).

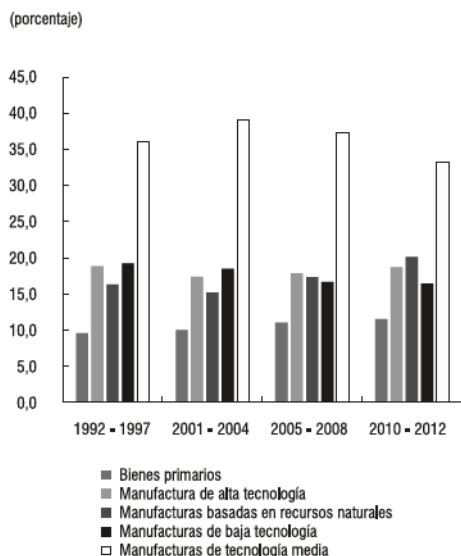
Para el conjunto de países analizados, los bienes primarios y manufacturas basadas en recursos naturales han representado cerca del 30% del valor total exportado en el periodo estudiado. En el caso colombiano, estos productos aportan en igual periodo alrededor del 70% de las ventas externas del país. Este tipo de manufacturas son productos simples e intensivos en mano de obra (como café), e incluyen aquellos que emplean tecnologías intensivas en capital y especialización técnica con economías de escala como la refinación del petróleo (Gráfico 7, panel B).

El grupo de economías analizadas se caracterizan por ser exportadoras de productos con mayor valor agregado que incorporan tecnología alta y media en su cadena de producción; dicho conjunto de productos responde por cerca del 55% de sus exportaciones (Gráfico 7, panel A). Estos productos de tecnología media son el centro de la actividad industrial de las economías desarrolladas y comprenden un alto nivel de especialización técnica y economías de escala elevadas. En cuanto a los productos con alto componente tecnológico, estos requieren de tecnología avanzada, así como de grandes inversiones en investigación y desarrollo; en ellos el diseño de productos desempeña un papel esencial. En Colombia, este tipo de bienes con mediana y alta tecnología no supera el 15% en promedio, resultado explicado, en su mayoría, por los productos con componente tecnológico medio. Respecto a las manufacturas de alta tecnología, su participación en el total de exportaciones colombianas se ha mantenido en promedio en el 2%. Se destaca en Colombia la participación de las manufacturas de tecnología baja y media durante el periodo 2005-2008, como consecuencia, principalmente, de los mayores despachos a Venezuela. Entre las exportaciones que se mantuvieron a pesar de la crisis con el país vecino y que han alcanzado importantes montos en los últimos años están las de abonos, máquinas para trabajar metales y productos químicos.

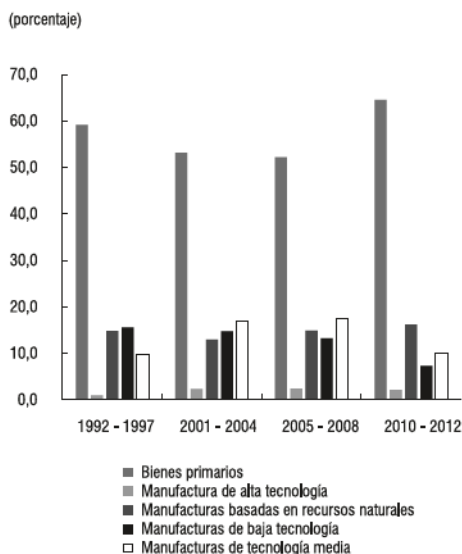
¹³ Para un mayor detalle, véase el Anexo 3.

Gráfico
Exportaciones según intensidad tecnológica
 (participación porcentual)

A. Muestra total



B. Colombia



Nota: no incluye el rubro de "otras transacciones".

Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

En relación con el contexto mundial, las exportaciones colombianas en el período de estudio han participado en promedio con el 0,22% y alcanzó máximos históricos en 2011 y 2012 (0,32%). Al seguir el criterio de Lall (2000), el país se destaca en las ventas externas de bienes primarios, ya que aporta el 1,8% de las exportaciones de estos productos en el grupo de economías analizadas, participación que sería bastante menor si se incluyen los demás países petroleros. En seguida se ubican las exportaciones de manufacturas basadas en recursos naturales (0,26%), manufacturas de baja tecnología (0,2%) y manufacturas de media y alta tecnología con participaciones inferiores al 0,06%. Los productos que poseen una mayor participación promedio en las exportaciones, así como el aumento más importante, corresponden a los aceites de petróleo, café, hulla, productos vegetales en bruto y frutos y nueces.

En el caso de las manufacturas de baja tecnología, su participación en las exportaciones totales de este rubro ha registrado una tendencia decreciente a lo largo del período, destacándose productos como materiales plásticos con la contribución más relevante. Dentro de las manufacturas con componente tecnológico medio se incluyen ferroaleaciones de hierro y acero, algunos productos químicos, polímeros de cloruro de vinilo y plásticos en formas primarias, pigmentos, pinturas, materiales conexos, entre otros. El mayor crecimiento de la participación de este conjunto de manufacturas se presenta en el

2007, año en el cual crecieron las exportaciones colombianas hacia la CAN y Mercosur, favorecidas por el Acuerdo de Complementación de CAN y Mercosur a partir de 2005.

3.2.2 Indicador de concentración de las exportaciones Herfindahl-Hirschman

Los países con mayor grado de diversificación están situados principalmente en Europa, América del Norte y Asia.

Alta concentración sectorial de las exportaciones colombianas. De la muestra de 71 países con datos a 2012, Colombia es el quinto país con mayor concentración. Al comparar los resultados de 2008 y 1994, se observa que varios países diversifican sus exportaciones, entre ellos Colombia; sin embargo, durante 2008 y 2012 se observa en el país un incremento importante en el indicador.

En 2007 el país alcanza su mayor nivel de diversificación

Como ejercicio complementario al de intensidad tecnológica y con el fin de determinar el grado de especialización de las exportaciones, se calcula el nivel de concentración en cuatro momentos del tiempo: 1994, 1998, 2008 y 2012. Para ello, se utiliza el índice de Herfindahl-Hirschmann (HH), que se define como sigue (Unescap, 2009)

$$HH_j = \sqrt{\sum_{ij} \left(\frac{X_{ij}}{XT_j} \right)^2}$$

Donde X_{ij} son las exportaciones del producto i del país j , XT_j son las exportaciones totales del país j .

El indicador toma valores entre 0 y 1. Valores más altos indican que las exportaciones están concentradas en menos sectores, siendo 1 la concentración total de las exportaciones. Niveles más elevados de concentración deben ser interpretados como indicadores de vulnerabilidad, mientras que las disminuciones en el índice pueden ser usadas para indicar una diversificación de la base exportadora (Unescap, 2009).

Los países con mayor grado de diversificación están situados principalmente en Europa, América del Norte y Asia. Por el contrario, los países en los que las exportaciones están muy concentradas son, sobre todo, países en desarrollo y en muchos casos ricos en recursos naturales (en su mayoría latinoamericanos). A lo largo del tiempo se observa que el índice HH en el 58% de los casos aumentó (al comparar los datos promedio de 2009-2012 contra 1994-1996), mientras que en el 42% restante disminuyó o no tuvo cambios significativos. Con datos a 2012¹⁴, los niveles de concentración más elevados se encuentran en su orden en Venezuela (superior a 0,6), Ecuador, Bolivia, Colombia, Malta y Noruega (superiores al 0,4), mientras que los más diversificados son Austria, Polonia,

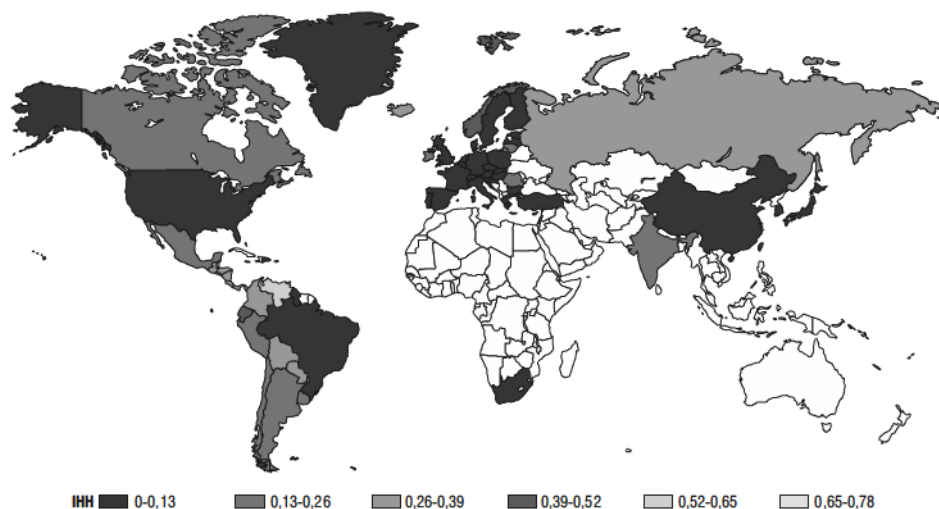
¹⁴ Los datos de Venezuela, Panamá, Trinidad y Tobago, Santa Lucía y Montserrat corresponden a la última información disponible. Es importante recordar que los resultados presentados no incluyen exportadores importantes de petróleo ubicados en el Medio Oriente cuyos niveles de concentración pueden ser elevados.

Italia, República Checa y Alemania (inferiores al 0,09) (Mapa 1). Al comparar los resultados entre 2008 y 1994 se observa que varios países diversificaron sus exportaciones, entre ellos Colombia¹⁵ (el índice HH de casi el 90% de los países analizados era inferior a 0,4 en 2008). Sin embargo, entre 2008 y 2012 el 75% de los países registró un incremento del indicador. Grecia, Montserrat, Colombia y Panamá, son los mercados que presentan los incrementos más importantes en los niveles de concentración durante este período.

En el caso de Colombia, el índice HH se mantuvo en un promedio del 0,27 entre 1992 y 2009 (en 1996-1997 sube al 0,3 y en 1999 al 0,33), para luego aumentar de manera constante hasta 0,42 en 2012, siendo 2007 el año en que se alcanzara el mayor nivel de diversificación con un índice HH del 0,22. Al considerar el grupo de países emergentes, el índice HH en el período analizado fue de 0,29, manteniendo niveles similares en los últimos tres años¹⁶, hecho que contrasta con lo registrado en Colombia.

Mapa 1
Índice de Herfindahl-Hirschman

A. IHH 1994



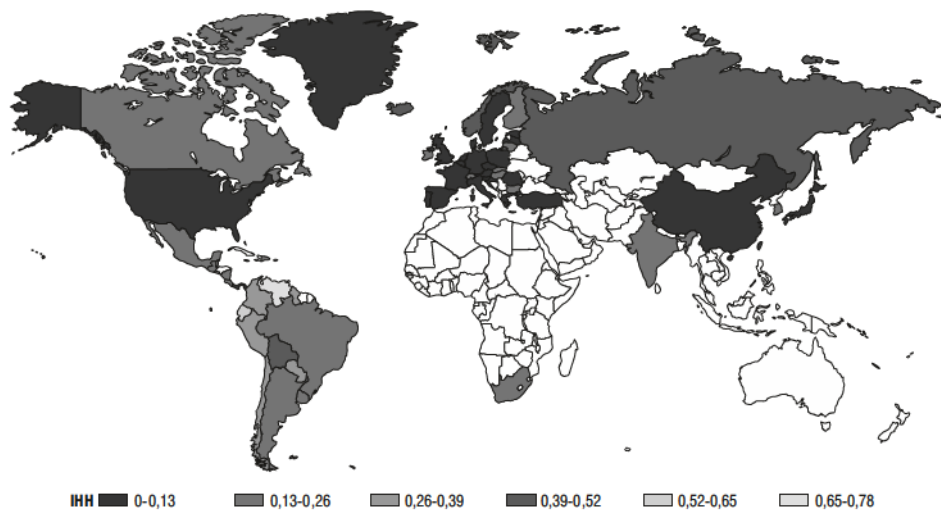
Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

¹⁵ Efecto de las mayores exportaciones industriales a Venezuela.

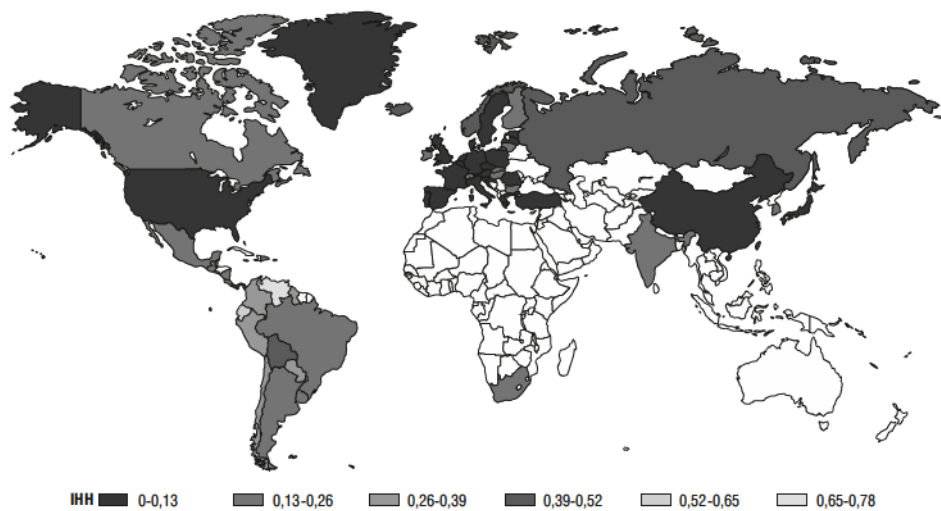
¹⁶ Las mayores disminuciones en los niveles de concentración en este período se observan en varios países centroamericanos, mientras que los que presentan una menor diversificación de su canasta exportadora son, en su orden, Bolivia, Colombia, Barbados, Chile, India y Brasil.

Mapa 1
Índice de Herfindahl-Hirschman

B. IHH 1998



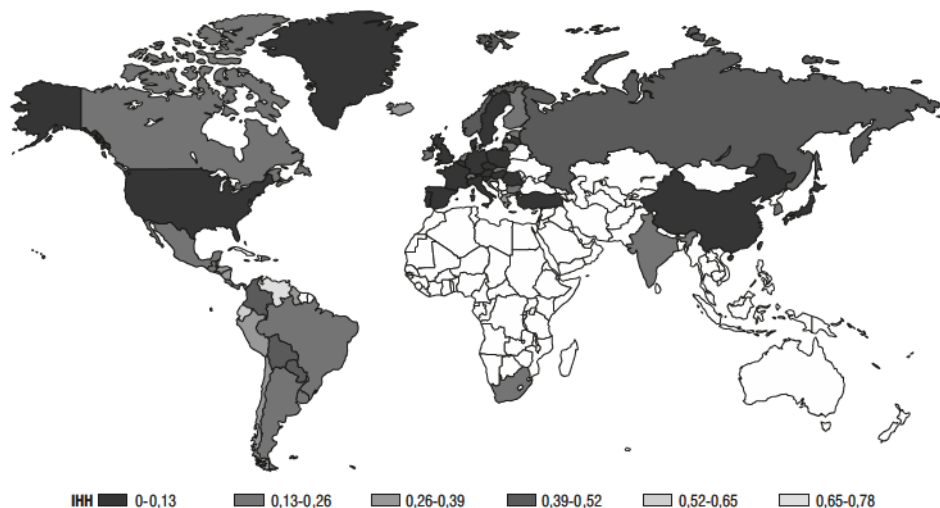
C. IHH 2008



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Mapa 1
Índice de Herfindahl-Hirschman

D. IHH 2012



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

3.2.3 Indicador de diversificación de las exportaciones

La estructura exportadora de Colombia presenta una tendencia a divergir de la mayoría de economías, acercándose, por el contrario, a la de los países exportadores de petróleo (como Rusia y Noruega), en sentido opuesto a las grandes tendencias del comercio mundial.

Como indicador adicional al Herfindahl-Hirschmann, se calcula el índice de diversificación comercial, el cual mide el grado de concentración sectorial de las exportaciones e importaciones en comparación con otros mercados. Valores cercanos a 0 indican que la estructura del país coincide con la del país en comparación; en caso contrario, valores cercanos a 1 muestran divergencia. En contraste con el índice de concentración HH, en este indicador se normaliza el patrón de diversificación de las exportaciones (o importaciones) al compararlo con otras economías. Se define de la siguiente manera:

$$Div = \left(\sum_i \left| \frac{\sum_d X_{isd}}{\sum_d X_{sd}} - \frac{\sum_d X_{iwd}}{\sum_d X_{wd}} \right| \right) \div 2$$

Donde s es Colombia, w el país con el que se quiere comparar, i sector de interés, x flujo de exportaciones (importaciones), X flujo total de exportaciones (importaciones).

En el caso de las exportaciones, el Cuadro 5 muestra la evolución en el tiempo del indicador; en la parte sombreada se encuentran los países con valores más bajos en promedio.

Cuadro 5
Índices de diversificación comercial

Bloque comercial	1993-1997	2001-2008	2010-2012
Rusia	0,38	0,31	0,16
Brics	0,27	0,38	0,33
Canadá	0,43	0,44	0,40
India	0,43	0,41	0,50
Mercosur	0,38	0,40	0,57
Efta	0,52	0,43	0,41
Latam	0,45	0,48	0,57
Nafta	0,53	0,47	0,55
Cafta	0,38	0,50	0,65
Caricom	0,48	0,51	0,55
Turquía	0,48	0,53	0,62
UE25	0,55	0,52	0,66
China	0,53	0,59	0,77
Asia	0,66	0,61	0,71

Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

La principal conclusión que se extrae es que la estructura exportadora de Colombia presenta una tendencia a divergir de la mayoría de economías, con excepción de la de Rusia, EFTA¹⁷, CAN y en menor medida con la del grupo de los Brics. El indicador en 2010-2012 en la mayoría de los casos es superior al registrado entre 1993 y 1997, lo cual demostraría que las exportaciones colombianas en los últimos años han ido en sentido opuesto a las del comercio mundial.

En el caso de Latinoamérica, los niveles más elevados se encuentran con San Cristóbal y Nieves, Jamaica (ambos países también del Caricom) y Chile, cuyos valores en el último año alcanzaron 0,86, 0,76 y 0,77, respectivamente. Además, se destacan incrementos importantes cuando se compara con la estructura del bloque comercial Cafta, originado en un crecimiento generalizado con todos los países que componen dicho bloque. En la UE25 se destacan Dinamarca, Lituania, Chipre y Grecia como los países con valores más bajos durante todo el período, en especial entre 2001 y 2008. En contraste con lo anterior, Malta y en los últimos años Irlanda fueron los que obtuvieron el valor más alto. El distanciamiento con la canasta exportadora China se explica por la mayor importancia que

¹⁷ La evolución en el caso de EFTA responde, principalmente, al resultado con Noruega que, a partir de 2003 ha presentado una caída en el indicador. Hay que resaltar que, al contrario de Noruega, Islandia ha tenido en general una tendencia creciente a lo largo del período.

han adquirido en el país asiático las ventas externas de maquinaria, aparatos y artefactos eléctricos, vehículos de carretera y aparatos y equipo para telecomunicaciones¹⁸.

3.2.4 Índice de contenido tecnológico revelado

A 2012, la ventaja comparativa revelada de Colombia en la mayoría de grupos de productos es menor a la registrada en años previos. El país registra una ventaja comparativa en algunos productos manufacturados y no precisamente en las exportaciones de combustibles.

El nivel de ingreso del país, asociado con su canasta exportadora, ha aumentado a partir de 2002. Sin embargo, se encuentra que los productos con mayor grado de sofisticación a nivel mundial tienen un peso relativo reducido en las exportaciones colombianas.

Este índice, desarrollado por Hausmann *et al.* (2007) mide la calidad de la canasta de exportaciones de un país y se podría entender como una medida de la sofisticación o contenido de productividad de los bienes transados. El indicador tiene tres componentes: 1. El tradicional índice de ventaja comparativa revelada (RCA) de Balassa (1965), 2. El llamado PRODY, y 3. El indicador completo conocido como EXPY¹⁹ que incorpora los dos anteriores. El primer componente del índice corresponde a la siguiente definición

$$RCA_k^i = \frac{x_k^i / \sum_k x_k^i}{\sum_i x_k^i / \sum_i \sum_k x_k^i}$$

Donde x_k^i corresponde a las exportaciones del bien k realizadas por el país i . Las exportaciones totales del país i son $\sum_k x_k^i$. En el denominador se relacionan las exportaciones mundiales del bien k que corresponden a $\sum_i x_k^i$ con las exportaciones totales mundiales. Cuando el índice se analiza de manera aislada, un valor de RCA superior a 1 para un determinado bien (o sector) exportado por un país se interpreta como una ventaja comparativa revelada para ese país en dicho bien.

El segundo componente del índice corresponde a PRODY, el cual fue desarrollado por Hausmann *et al.* (2007) y Michaely (1984) y corresponde a un promedio ponderado del PIB per cápita de los países que exportan un determinado producto y, de esa forma, representa el nivel de ingreso asociado con dicho producto. PRODY se puede definir de la siguiente manera:

¹⁸ Para mayor detalle sobre los grupos de productos que jalonan el resultado en cada bloque comercial véase el Anexo 5 de López *et al.* (2015).

¹⁹ Este indicador es criticado por su circularidad, dado que al estar el ingreso dentro del indicador PRODY, puede haber un grado de endogeneidad al compararlo con el crecimiento económico, lo que crea la noción de que los países ricos exportan bienes de países ricos (Hidalgo, 2009). Para esto, Hidalgo y Hausmann (2009) crean un nuevo método con el que hallan un índice de contenido tecnológico que no tenga en cuenta el nivel de producto de los países, denominado método de los reflejos

$$PRODY_k = \sum_i RCA_k^i Y^i$$

donde Y^i corresponde al PIB per cápita del país i . Las ponderaciones corresponden a los índices de ventaja comparativa revelada (RCA, por su sigla en inglés) calculados para ese producto k . La utilización de RCA como ponderador asegura que el tamaño del país no distorsione la importancia real de los bienes exportados.

Los productos con un alto valor de PRODY son los que por lo general exportan los países de alto ingreso. Las ventajas comparativas adquiridas en la producción de esos productos de alto nivel de PRODY son obtenidos por factores diferentes a los costos laborales, tal como es el caso de la tecnología, el conocimiento avanzado, el gasto público, la investigación y el desarrollo, entre otros. Por último, Hausmann *et al.* (2007) definen el nivel de productividad asociado con la canasta exportadora de un país i de la siguiente forma:

$$EXPY_i = \sum_k \frac{X_k^i}{X^i} PRODY_k$$

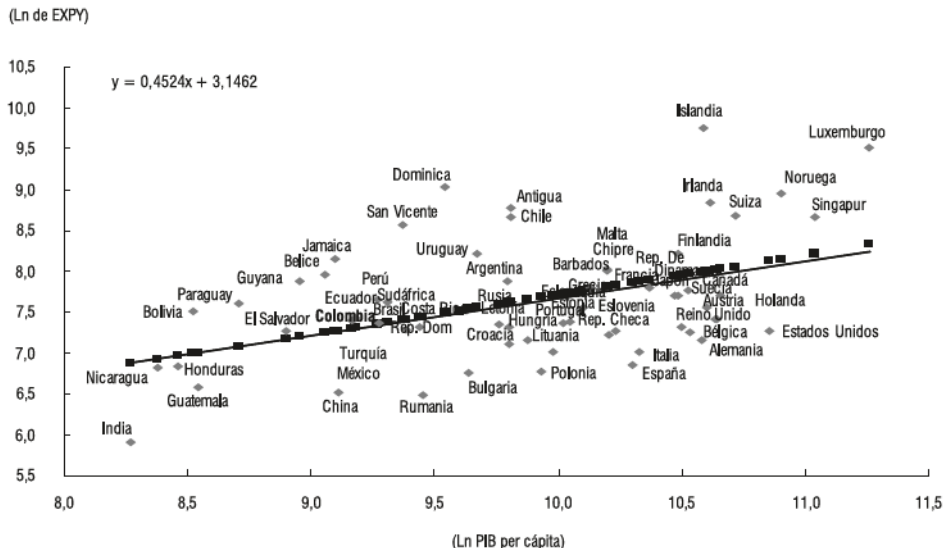
$EXPY$ corresponde al promedio ponderado de $PRODY$ para el país en cuestión, utilizando para la ponderación la participación de cada producto k en el total de exportaciones del país i . El índice $EXPY$ puede entenderse como el nivel de sofisticación promedio de la canasta de bienes exportados por un país. ¿En qué puede residir la importancia de este indicador? ¿Cuál es su relevancia? Siguiendo a Hausmann *et al.* (2007), en el Gráfico 8 se establece una relación entre $EXPY$ y el PIB per cápita. Aparece una correlación positiva entre las dos variables, lo cual evidencia que los países de elevados ingresos tienden a exportar productos que poseen un alto contenido tecnológico (el efecto de la endogeneidad también puede influir en este resultado)

De esa forma, los países con una canasta exportadora más sofisticada pueden tener un crecimiento acelerado; por el contrario, aquellos con una canasta más primaria van a rezagarse. Colombia aparece en 2012 en medio del Gráfico 8, cerca de la línea de regresión.

Si se examinan en detalle los resultados para la canasta exportadora colombiana del indicador $EXPY$ y el de sus componentes, aparecen varios elementos adicionales que se deben destacar.

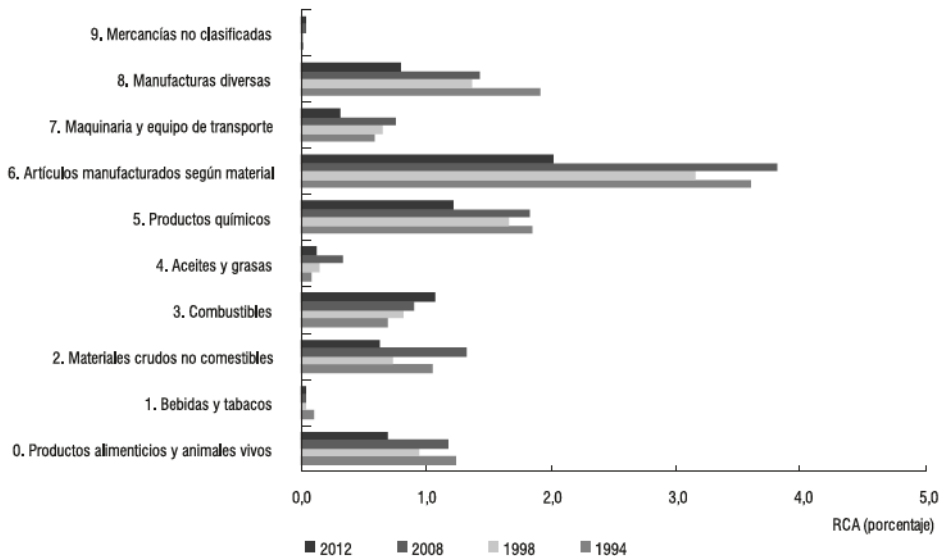
En primer lugar, según el componente asociado con las ventajas comparativas reveladas calculadas a un dígito según la clasificación CUCI (Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional, revisión 3), en ese año el país pierde en todos los grupos de productos (a excepción de combustibles) la ventaja comparativa que tenía en 1994 y 1998 (Gráfico 9). Según se registra en el gráfico, Colombia históricamente ha presentado ventaja comparativa de manera principal en tres sectores: manufacturas diversas, artículos manufacturados y productos químicos. En el caso de estos grupos de productos se observa, sin embargo, que el indicador RCA cayó para 2012 luego de alcanzar en 1994 y 2008 sus niveles más elevados. Empero, hay que tener en cuenta que a lo largo del documento se ha mostrado que las exportaciones de combustibles crecen en dólares y en participación porcentual dentro del total de las exportaciones colombianas; no obstante, el indicador RCA para los combustibles crece, aunque relativamente poco en el período considerado, como consecuencia del crecimiento en el precio del crudo que afectó a todos los países que exportan este bien.

Gráfico
Relación entre EXPY y el PIB per cápita



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Gráfico
Ventaja comparativa revelada

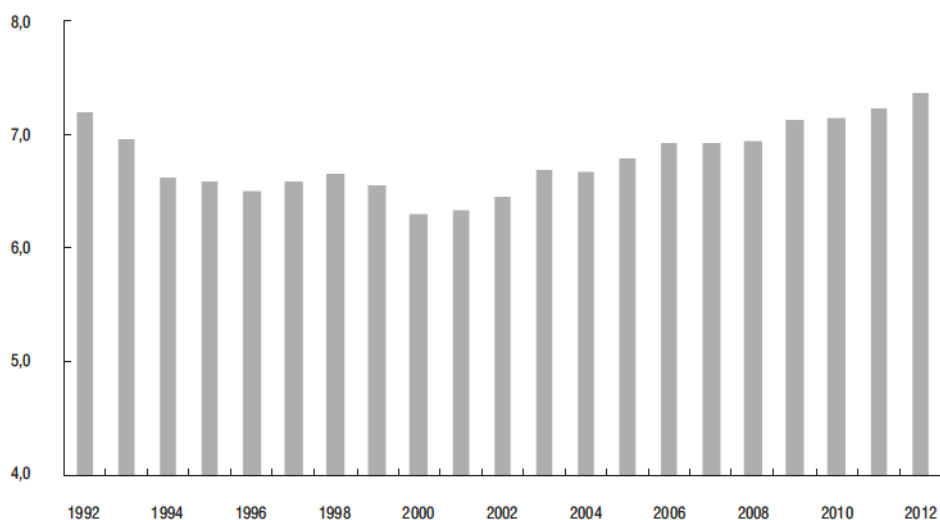


Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

El nivel de agregación a este nivel de la CUCI impide realmente capturar, con un indicador como el *RCA*, el proceso de transformación estructural del comercio exterior que otros indicadores han sugerido. El *PRODY* permite ahondar en ese tipo de análisis, ya que mide de modo indirecto en el mundo la sofisticación de cada producto exportado, lo que permite construir una medida completa que mensione el nivel de ingreso de un país asociado a su canasta exportadora, el *EXPY*. El supuesto atrás del indicador es que si un país exporta un bien que es vendido a la vez por países de alto PIB per cápita tiende a crecer más rápido que si no lo exportara (Martínez y Ocampo, 2011). Hausmann y Klinger (2008) demuestran esta hipótesis.

En el Gráfico 10 se observa el indicador *EXPY* para Colombia. Es notoria la descolgada del nivel de ingreso asociado al producto exportado colombiano que se observa hasta el 2000. Desde ese momento, el indicador sube de manera continua hasta 2012. Este resultado obedece, por un lado, a la evolución del *PRODY* de los bienes exportados por Colombia (en un alto porcentaje primarios), el cual aumenta como resultado del crecimiento del PIB per cápita de los países analizados y de la posible mayor sofisticación de la canasta exportadora del promedio de países. El otro factor está asociado con el peso que tienen los aceites de petróleo y el carbón en las exportaciones totales, el cual, sumado al crecimiento de su *PRODY*, incide en el resultado global.

Gráfico 1
Indicador EXPY para Colombia



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

En el caso contrario se encuentra que los productos con mayor grado de sofisticación (*PRODY_k*) en el mundo tienen un peso relativo reducido en las exportaciones colombianas, por lo que el nivel de ingreso del país asociado con su canasta exportadora, es infe-

rior a lo encontrado en otras naciones con aparatos productivos concentrados en bienes industriales que incorporan niveles medios y altos de sofisticación

3.2.5 Índice de similitud de las exportaciones

La estructura exportadora de Colombia es para 2012 más cercana a la de los países que en la muestra son exportadores de petróleo (Venezuela, Ecuador, Canadá, Belice, Noruega y Rusia). Si se aísla el componente de las exportaciones de petróleo, Colombia se acerca a la estructura exportadora de países como Sudáfrica, Turquía, Canadá, Guatemala y Nicaragua.

Uno de los conceptos básicos que fundamenta la teoría del comercio internacional es la teoría de la ventaja comparativa, la cual muestra que los países tienden a especializarse en la producción y exportación de aquellos bienes que fabrican a un costo relativamente más bajo respecto al resto del mundo (Krugman, 1995). Sin embargo, la apertura del comercio, la mayor movilidad de los factores productivos, los progresos en tecnología y desarrollo y la necesidad de adaptación de los productores, lleva a plantear si, como resultado de ello, los países pueden llegar a ser menos especializados en la exportación de determinados productos y, por el contrario, más similares en la composición de sus exportaciones. La competitividad también ha sido discutida de manera amplia en este ámbito. Una definición alternativa concibe a la competitividad como la capacidad de un país para producir determinados bienes, de tal forma que supere o iguale los niveles de eficiencia observados en otras economías y, por tanto, logre patrones de comercio similares.

Un indicador común para medir la competitividad de las exportaciones es el índice de similitud de las exportaciones (ESI, por su sigla en inglés). Finger y Kreinin (1979) fueron los primeros en proponer una medida de productos de este indicador. Según los autores, esta podría ser usada en el marco de negociaciones internacionales para medir los beneficios de reducciones tarifarias a países fuera de las partes negociadoras (Finger y Kreinin, 1979) y para evaluar los efectos de desviación del comercio y la formación de un acuerdo comercial regional con países no miembros (Pomfret, 1981). El índice de similitud se define de la siguiente manera

$$ISE_{COL,j} = \sum_{i=1}^N \text{Min} \left(\frac{X_{icol}}{\sum_{i:1}^N X_{icol}}, \frac{X_{ij}}{\sum_{i:1}^N X_{ij}} \right) * 100^{20}$$

donde X_{icol} son las exportaciones colombianas del producto i , X_{ij} son las exportaciones del producto i del país j . Este indicador mide el grado de similitud entre los perfiles de exportación de dos economías, las cuales, entre más similares sean, más probable es que sean competidoras en el mercado mundial. Para que un país desplaze las exportaciones de otro, es necesario que sus exportaciones sean similares y que ambos países compitan

²⁰ Un valor de cero indica que los países no se superponen en los perfiles de exportación (los países no son competidores) y un valor de 100 indica solapamiento perfecto.

en un mismo mercado. Índices con alta similitud también pueden indicar limitaciones para un comercio interindustrial en el marco de un acuerdo comercial.

Según Finger y Kreining (1979), si la convergencia ocurre entre un país en desarrollo y un país desarrollado, el incremento en el valor del índice puede estar asociado con las altas tasas de crecimiento e industrialización observadas en el país en vías de desarrollo. El caso más representativo es el de la economía China, cuya estructura exportadora ha ido convergiendo a la de economías avanzadas como las de Alemania y los Estados Unidos (FMI, 2011). Cabe anotar que una limitación del ISE es que no considera el nivel de exportaciones, sino solo la estructura, por lo que puede ser engañoso cuando el tamaño de las economías en consideración es muy diferente.

La canasta exportadora de Colombia se compara con la de 31 países europeos, 33 países latinoamericanos y de América del Norte, 6 asiáticos y 1 africano. En el Mapa 2 se muestran los resultados del ISE para 1994 y 2012 y se incluyen todos los productos de exportación. Para 2012, las estructuras más similares se dan, en su orden, con Ecuador, Rusia, Venezuela, Noruega y Canadá, resultado que se origina por el peso relativo, tanto en Colombia como en aquellas economías, que tienen los combustibles y lubricantes minerales en las exportaciones totales (66% en promedio, con excepción de Canadá, que participa con el 30%). Si bien estos son los países más similares, los valores de similitud no superan el 60% en ninguno de los casos.

En contraste, los niveles más bajos de similitud se encuentran con los países de la comunidad del Caribe (Caricom), Paraguay, Islandia, Argentina e Irlanda, lo que evidencia que estas economías frente a la colombiana podrían ser más complementarias que competidoras. Al analizar los países latinoamericanos, el menor grado de acercamiento en las estructuras productivas se registra con los países del Mercosur (con excepción de Brasil) y Chile, mientras que las mayores similitudes se dan con los países de la antigua CAN.

Asimismo, es importante observar que según este indicador, la oferta exportable de Colombia se acercó a la de países como Venezuela, Ecuador, Canadá, Belice, Noruega y Rusia (Mapa 2). En el caso de Venezuela, Noruega y Rusia, el porcentaje de similitud aumentó en promedio del 23% en 1994 al 50% en 2012. Por el contrario, se observan importantes distanciamientos con las economías centroamericanas (Costa Rica, Guatemala, El Salvador y Honduras) y del Caricom, así como con China y Panamá.

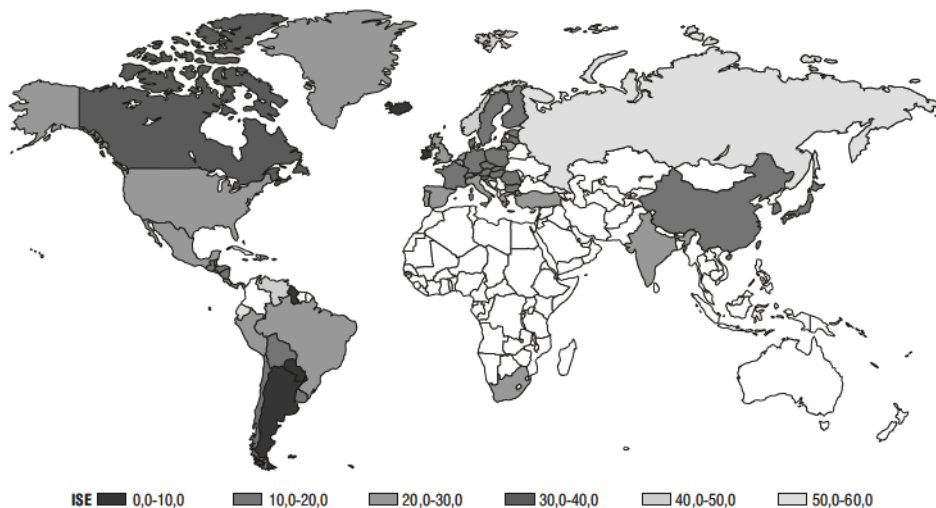
Dada la alta convergencia a países petroleros, en el Mapa 3 se muestran los resultados aislando el componente de las exportaciones de petróleo. Los niveles de similitud más elevados para 2012 se observan con Sudáfrica, Turquía, Guatemala, Nicaragua y Canadá. Entre los países europeos con mayor semejanza en la canasta exportadora a la de Colombia, sobresalen Polonia, España y Bélgica. Cabe recordar que altos valores pueden revelar alguna limitación para un comercio interindustrial en el contexto de un acuerdo.

Mapa 2
Índice de similitud de las exportaciones

A. Indicador de similitud 1994 (porcentaje)



B. Indicador de similitud 2012 (porcentaje)

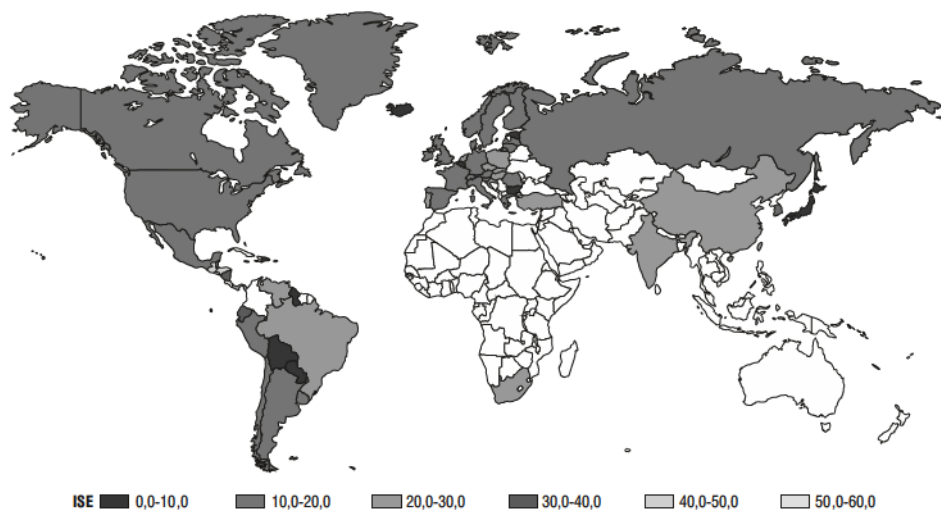


Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

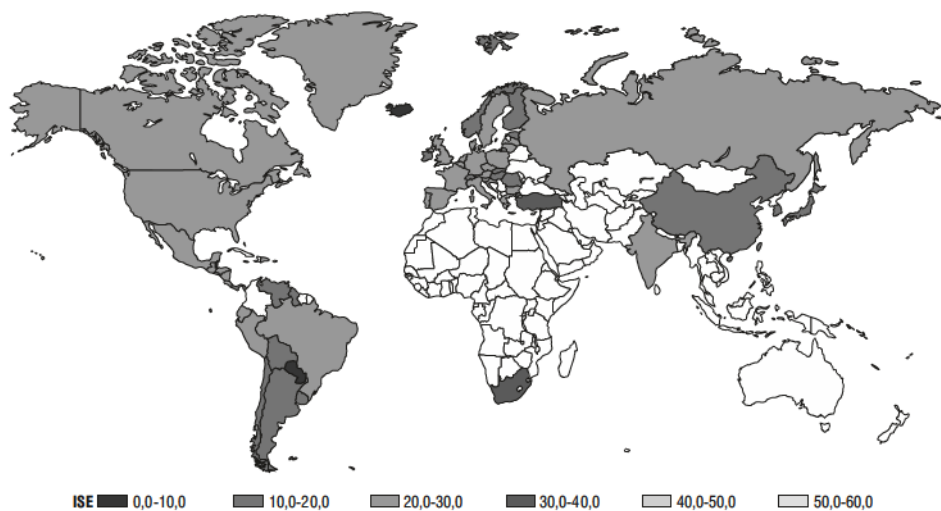
Mapa 3

Índice de similitud de las exportaciones sin petróleo

A. Indicador de similitud sin petróleo 1994 (porcentaje)



B. Índice de similitud sin petróleo 2012 (porcentaje)



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

3.2.6 Índice de complementariedad de comercio

En general, la estructura importadora del país presenta una alta complementariedad con el patrón de exportaciones del mundo, superior a la que se registra cuando se analizan las exportaciones. Esto refleja el desarrollo de una estructura productiva que requiere la importación de bienes de alto contenido tecnológico provenientes de países desarrollados, mientras que sus exportaciones más dinámicas y relevantes (asociadas al petróleo y sus derivados y a los productos de la minería) no tienen en las importaciones del resto del mundo una importancia tan elevada.

En la sección anterior se evaluó el grado de similitud y complementariedad de las exportaciones colombianas con las del resto del mundo. El propósito ahora es determinar en qué medida el patrón de exportaciones del país coincide con el de importaciones de otro y, en ese sentido, muy útil para establecer las posibilidades de éxito que tiene un acuerdo comercial, ya que un alto grado de complementariedad indicaría buenas posibilidades para el convenio.

El índice de complementariedad de comercio (ICC) es un indicador de superposición del comercio entre países desarrollado por Anderson y Norheim (1993). Si hay cambios en el tiempo en la medición, se estaría en una situación en la cual los perfiles comerciales son más o menos compatibles. El índice se define de la siguiente manera:

$$\left[1 - \left(\frac{\sum_w m_{iwd}}{\sum_w m_{wd}} - \frac{\sum_w x_{isw}}{\sum_x x_{sw}} \right) \div 2 \right] \times 100$$

Donde d es el país importador de interés, s es el país exportador de interés, w es el conjunto de todos los países en el mundo, i el conjunto de todas las industrias o sectores. De otro lado, x es el flujo de bienes exportados, m es el flujo de bienes importados

El indicador establece: 1. La suma en valor absoluto de la diferencia entre la participación de las importaciones sectoriales en el total de importaciones del país d y la participación de las exportaciones sectoriales en el total de exportaciones en el país s . 2. El resultado de esa diferencia se divide por 2 con el propósito de llevarlo a una escala entre 0 y 1. Si el resultado del cálculo fuera 0, esto indicaría que las participaciones coinciden, mientras que si toma el valor de 1 revelaría lo contrario. 3. Al restar el resultado anterior se invierte el sentido del cálculo obtenido y al multiplicarlo por 100 se expresa en términos porcentuales. En esas condiciones, el valor del índice va a estar entre 0 y 100. Si el resultado es 0 sugiere que no hay ninguna superposición en el patrón de importaciones/exportaciones, mientras que un resultado de 100 indica una correspondencia perfecta, una complementariedad total.

En este trabajo la medición se hace relacionando el comercio de Colombia con todos los países de la muestra. Una propiedad del indicador es que permite examinar el índice en dos vías, ya sea que se tome a Colombia como exportador o importador. En los mapas se registran los índices de complementariedad para cuatro puntos en el tiempo (1994, 1998, 2008 y 2012) y para seis intervalos del indicador.

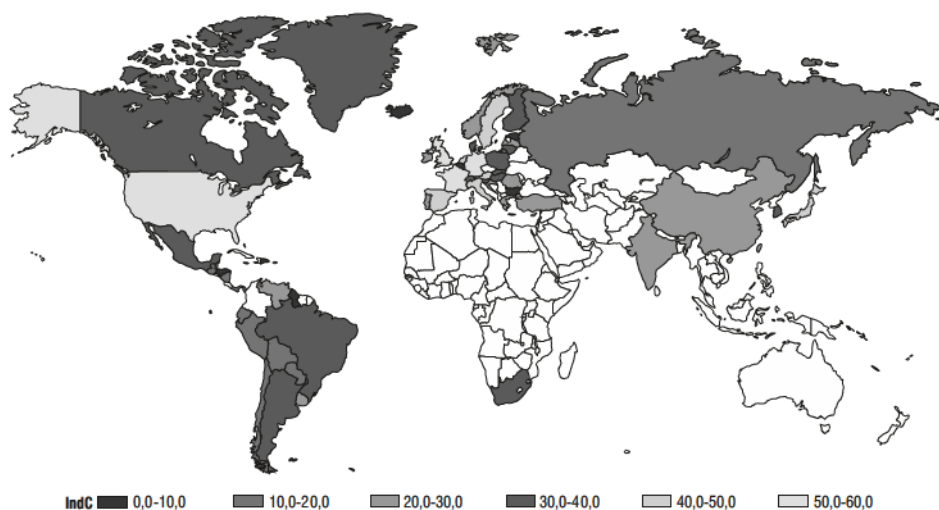
En cuanto al primer grupo de mapas (Mapa 4), los resultados del ejercicio muestran que Colombia como país importador mantiene con los Estados Unidos y la gran mayoría de países europeos (excluyendo Portugal, Noruega y algunos países del este de Europa) una relativa alta complementariedad, con niveles del indicador superiores a 41 para todos los años examinados. Con Canadá, Brasil, Argentina y México se mantiene una complementariedad un poco menor, medida por un nivel del indicador superior a 34, aunque hay que destacar que en la última medición se ha reducido. En esta primera mirada se destaca el aumento del indicador con China y la reducción con Venezuela.

En el segundo conjunto de mapas (Mapa 5) se toma a Colombia como país exportador; se observa como la complementariedad ha venido aumentando en relación con los Estados Unidos, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Canadá y China, pero en general se obtienen indicadores más bajos que en el caso anterior. Con países como Suráfrica, Japón, India y la mayoría de las naciones de Europa (excepto Noruega) se mantienen niveles elevados. Con algunos países el indicador se conserva en niveles bajos, como en los caso de Argentina, Rusia y México y Venezuela.

Mapa 4

Índice de complementariedad para Colombia como importador

A. Indicador de complementariedad 1994 (porcentaje)

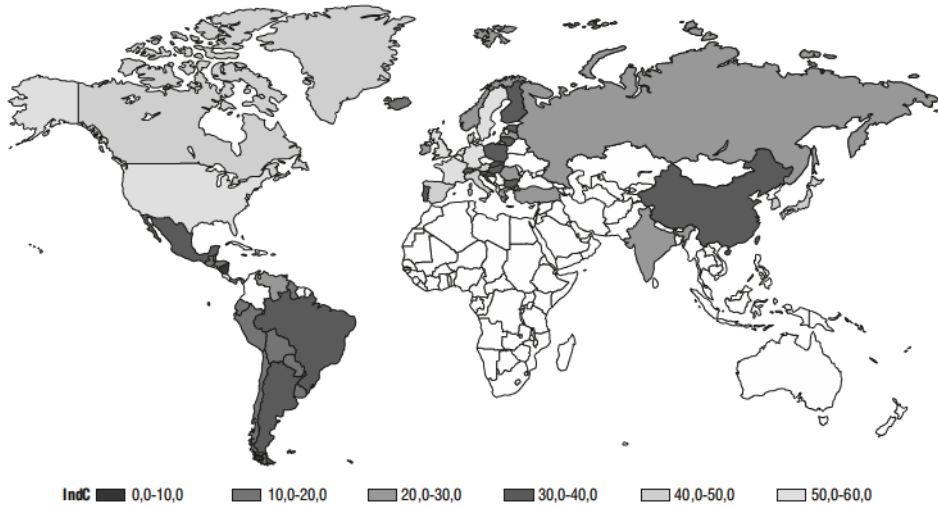


Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

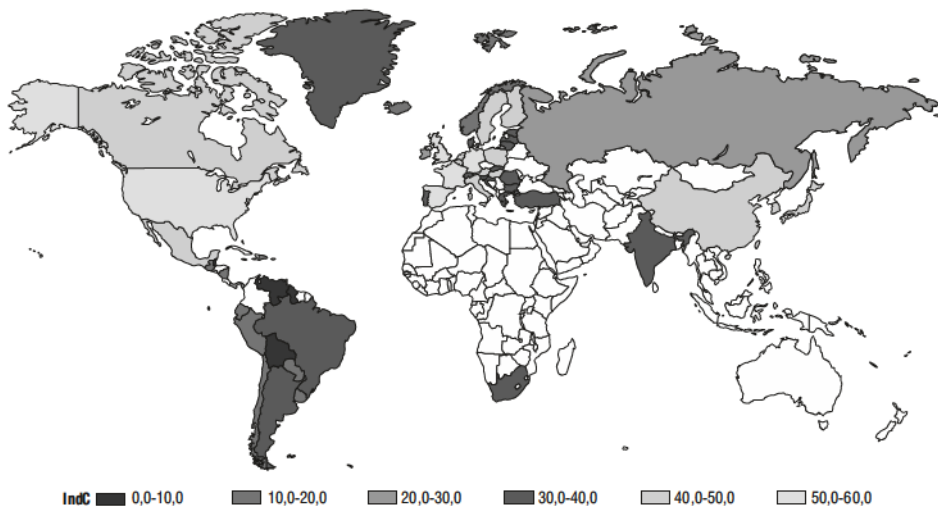
Mapa 4

Índice de complementariedad para Colombia como importador

B. Indicador de complementariedad 1998 (porcentaje)



C. Indicador de complementariedad 2008 (porcentaje)

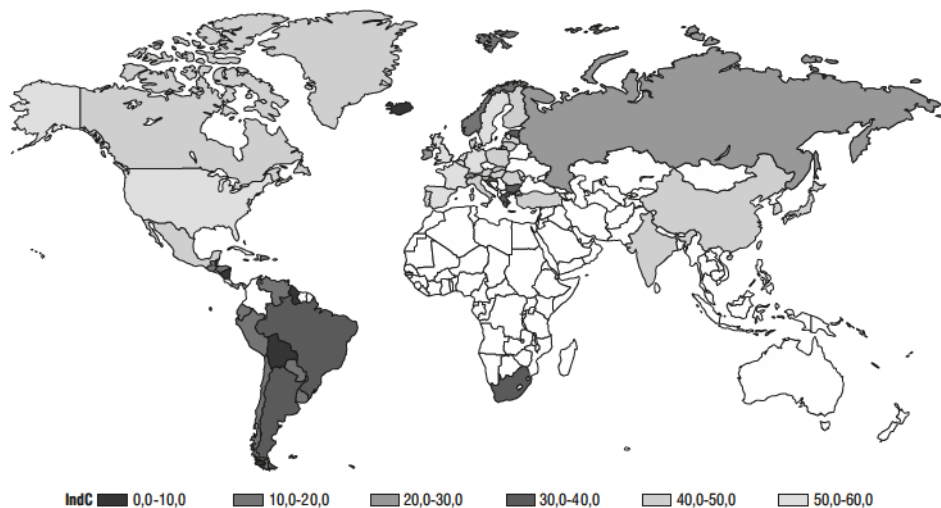


Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Mapa 4

Índice de complementariedad para Colombia como importador

D. Indicador de complementariedad 2012 (porcentaje)



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Mapa 5

Índice de complementariedad para Colombia como exportador

A. Indicador de complementariedad 1994 (porcentaje)

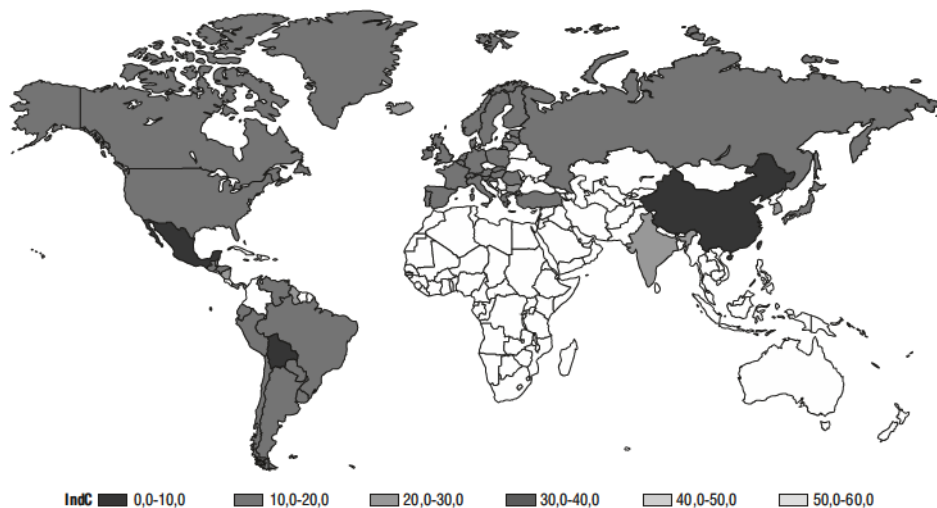


Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Mapa 5

Índice de complementariedad para Colombia como exportador

B. Indicador de complementariedad 1998 (porcentaje)



C. Indicador de complementariedad 2008 (porcentaje)

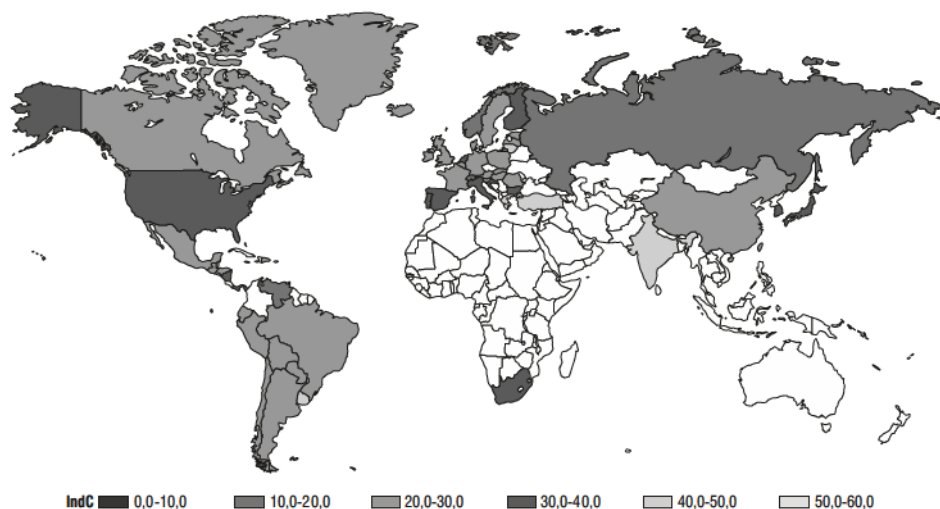


Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Mapa 5

Índice de complementariedad para Colombia como exportador

D. Indicador de complementariedad 2012 (porcentaje)

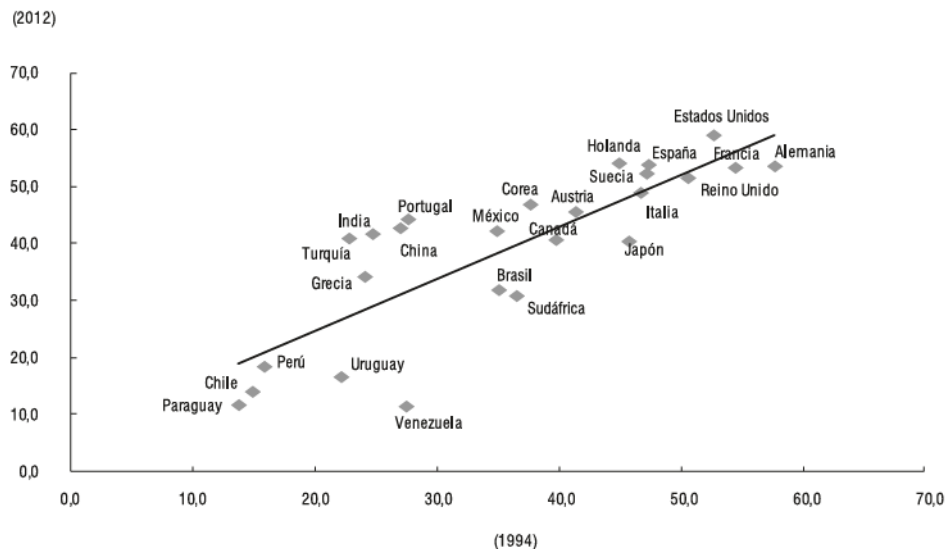


Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

En tercer lugar, en los gráficos 11 y 12 se muestran diagramas de dispersión de los índices de complementariedad para dos años muy alejados entre sí y, separadamente, con Colombia como importador y exportador.

El siguiente diagrama de dispersión (Gráfico 11), con Colombia como importador, confirma algunas de las tendencias observadas en los grupos de mapas y complementa otras. Permite precisar la evolución que se advierte en el indicador entre los dos años de referencia. Para el caso de los Estados Unidos, México y los países europeos, los puntos que representan al indicador en esos años se concentran en la parte superior derecha del plano cartesiano, por encima de la línea de tendencia; esto significa que con esos países la complementariedad de Colombia como importador (en relación con sus exportaciones) continúa siendo alta. Los puntos que representan a otro grupo de países (Portugal, Chile, India, Grecia y Turquía) se sitúan hacia el centro del plano pero sesgados hacia el eje vertical; ello significa que este grupo ha aumentado su complementariedad con Colombia. Por último, un grupo de países latinoamericanos se ubican hacia el origen, lo cual denota una baja complementariedad que además ha disminuido en algunos casos (Uruguay, Venezuela y Paraguay)

Gráfico 1
Índice de complementariedad Colombia como importador



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Como país exportador (Gráfico 12), la medida de complementariedad de Colombia con el resto de países tiende a concentrarse en el centro del plano cartesiano. Esto significa una complementariedad relativamente baja en la mayoría de los casos y que además no se ha modificado de manera sustancial. Existen algunas pocas excepciones en las que el indicador ha aumentado (Grecia, India, España, Corea y Turquía) y otras en las cuales ha disminuido desde un nivel que ya era bajo como es el caso de Venezuela.

El último diagrama de dispersión hecho para un solo año (Gráfico 13), toma de referencia a Colombia como importador y como exportador, y ratificó que el indicador es más alto si se toma a Colombia como importador. En unos pocos casos, el indicador es mayor para el país como exportador, frente a países como India, Turquía y Uruguay.

Sobre esos resultados se pueden sacar varias conclusiones. En términos generales, un alto grado de complementariedad implicaría una perspectiva favorable para el comercio intrarregional, y cambios en el tiempo en el indicador sugieren que los perfiles de comercio de los países han modificado su compatibilidad: el comercio es más o menos favorable de acuerdo con un aumento o una disminución en el indicador. De otro lado, también es conveniente para el comercio entre regiones encontrar la coincidencia entre la especialidad exportadora (importadora) de un país con la especialidad importadora (exportadora) de la contraparte. Su valor indica si el comercio entre dos países tiene posibilidades o potencial, lo cual se dará en la medida en que uno venda lo que el otro compra.

Hay que destacar, respecto al primer punto, que como país importador la alta complementariedad se da, sobre todo, con los países desarrollados y con algunos de gran tamaño de la región. De otro lado, ese perfil no parece haberse modificado sustancialmente en el tiempo, con tres excepciones notables: China, India y Venezuela. En los dos primeros casos aumenta y en el último disminuye. Como país exportador el indicador aumentó en algunos casos, siendo los más destacables Turquía, India y China, grupo de países en los que las importaciones de combustibles y lubricantes aportan, en promedio, cerca de la cuarta parte de sus compras externas.

El aspecto más importante se refiere a la diferencia en el nivel del indicador como país importador y exportador que se observa en muchos casos. Los resultados sugieren un nivel mucho más alto en la primera situación. En esos casos, no parece existir coincidencia, lo cual es una señal de que la capacidad productiva exportable del país está concentrada en materias primas y bienes de consumo no durable y, por ende, es necesaria la importación de bienes con un mayor valor agregado. Las excepciones se encuentran para Portugal, Japón, Corea y Turquía.

3.2.7 Comercio intraindustrial

Colombia no ha presentado variaciones destacables en su comercio intra e interindustrial entre 1994 y 2012. De acuerdo con el indicador, el comercio intraindustrial es relativamente bajo si se compara en el ámbito internacional, lo cual es una señal de la reducida importancia del país en las cadenas mundiales de valor.

El carácter eminentemente empírico de los estudios de comercio intraindustrial lleva a que la medición de este tipo de flujos sea una de las cuestiones que se abordan con mayor frecuencia. En esta línea, se han diseñado diversos indicadores para tratar de cuantificar la mayor o menor presencia de comercio intraindustrial en los intercambios de las diferentes economías, entre los que se destaca, por ser el más utilizado, el índice propuesto por Herbert Grubel y Peter Lloyd (1975), y el cual se define a continuación

$$IGLL_{sector} = 1 - \frac{|X_i - M_i|}{X_i + M_i} \quad (1)$$

$$IGLL_{comercio\ total} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - M_i|}{\sum_{i=1}^n |X_i + M_i|} \quad (2)^{21}$$

Este índice mide el comercio intraindustrial como porcentaje del comercio global, y sus valores varían entre 0 y 1 en función de la no existencia (valor 0) o de la existencia

²¹ El IGLL global de la ecuación (2) puede ser alternativamente calculado a partir de la suma ponderada (en el comercio total) de los índices sectoriales hallados en la ecuación (1).

total (valor 1) de comercio intraindustrial²² (en sectores similares). Cuando las exportaciones son iguales a las importaciones, el IGLL es igual a 1. Si existen exportaciones pero no importaciones, y viceversa, la medida toma el valor de 0.

Por conveniencia analítica, se recomienda que los resultados del IGLL se analicen siguiendo la evolución en el tiempo, y el grado o nivel de su intensidad (Durán, 2008). La Cepal define tres niveles que siguen el planteamiento de la ecuación 1, los cuales fueron planteados por Fontagné y Freudember (1997):

IGLL > 0,33: indicios de comercio intraindustrial o de dos vías significativo

IGLL > 0,10 < 0,33: potencial comercio intraindustrial o de dos vías débil (comercio débil).

IGLL < 0,10: relaciones interindustriales o de una vía.

El Gráfico 14 muestra, para los países analizados, el IGLL total en 1994 y 2012, calculado a partir del comercio según CUCI, revisión 3 a 4 dígitos. Es importante anotar que, a medida que se haga el cálculo del IGLL a un mayor nivel de desagregación (por ejemplo, sistema armonizado a 6 dígitos), una fracción más pequeña será clasificada dentro de la categoría de comercio intraindustrial. Sin embargo, esta no desaparece en su totalidad.

Por un lado, sobresale un grupo de países (Lituania, Polonia, Portugal, India y México) que experimentaron los cambios más importantes en el comercio intraindustrial entre 1994 y 2012 (Gráfico 14), algunos de ellos con un papel más significativo en las cadenas mundiales de valor (FMI, 2011). En términos generales, se observa que el comercio intraindustrial parece tener mayor importancia en el transcurso del tiempo. Para el caso de Colombia, el IGLL se mantiene en la línea de 45%, lo que muestra que el país no ha presentado variaciones destacables en su comercio intra e interindustrial. No obstante, los resultados para Colombia evidencian que el intercambio de dos vías es mayor al registrado en varias economías latinoamericanas, entre ellas Chile, Perú y Ecuador, que presentan un indicador inferior al 0,2.

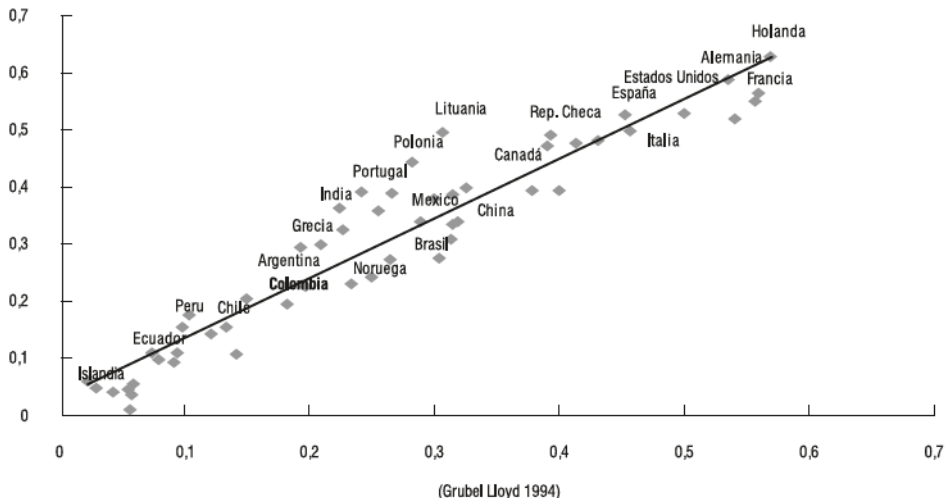
Siguiendo los criterios de Fontagné y Freudember (1997), para el período 1992 y 2012 el IGLL en Colombia arroja en promedio señales de comercio intraindustrial débil (0,20) (Gráfico 15). El menor valor se encontró en los bienes primarios, cuyo intercambio se ha caracterizado por ser de una vía, sesgado plenamente hacia las exportaciones; aceites de petróleo crudo y café son los productos predominantes. Por el contrario, ha sido creciente el comercio intraindustrial de manufacturas basadas en recursos naturales, hecho que se explica por los rubros de productos derivados del petróleo²³, preparados de cereales y harina y productos de mar.

²² El comercio intraindustrial no se basa en las ventajas comparativas de los países sino que existe algún grado de diferenciación de los productos, siendo más benéfico que el comercio interindustrial

²³ En los últimos años las importaciones colombianas de productos refinados se incrementaron de manera sustancial. El aumento de la demanda y la necesidad de cumplir con las normas ambientales son los principales factores que motivan las compras en el exterior de diésel y gasolina.

Gráfico 1
Índice Grubel Lloyd

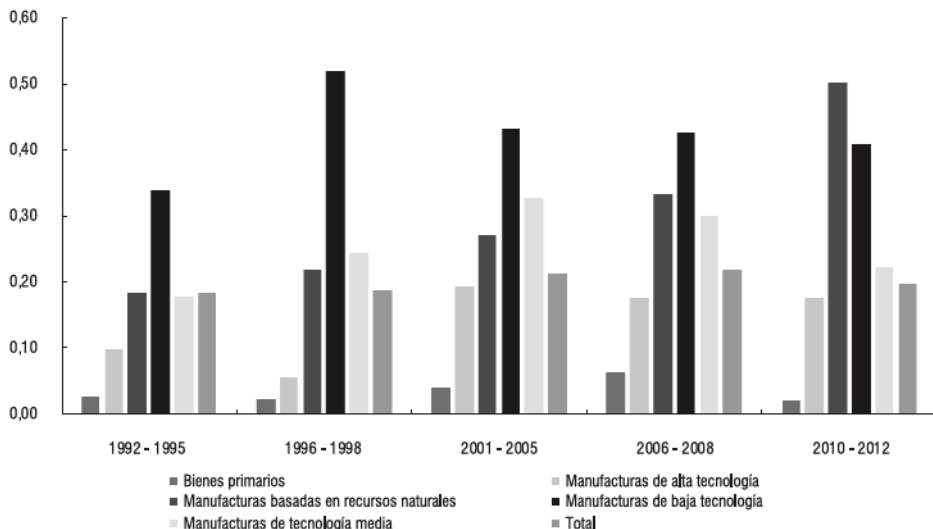
(Grubel Lloyd 2012)



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Gráfico 1
Índice Grubel Lloyd Colombia

(según intensidad tecnológica)



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

Entre 2001 y 2008 el país alcanza en la mayoría de los grupos un comercio débil de dos vías e inclusive significativo. De hecho, según el IHH mostrado previamente, en 2007 Colombia obtiene los más altos niveles de diversificación en su canasta exportadora. En las manufacturas de baja tecnología sobresale el comercio de dos vías de tejidos de algodón, papel y cartón, muebles y sus partes y manufacturas de metales comunes. Cabe señalar que del total de las exportaciones colombianas de manufacturas de tecnología baja entre 2007 y 2008, alrededor del 50% estuvo destinado a Venezuela. Por otro lado, se observa que el comercio intraindustrial de manufacturas de tecnología media fue creciente entre 1996 y 2008 (Gráfico 15). Los grupos de bienes que impulsaron esa dinámica están relacionados en un alto porcentaje con productos de la cadena química (productos de polimerización, condensación, policondensación y poliadición, desinfectantes, insecticidas, entre otros), productos cosméticos, de perfumería y tocador, automóviles y aparatos de uso doméstico.

El crecimiento del indicador entre 2001 y 2008 para los bienes industriales con alto componente tecnológico, se explica principalmente por el incremento en los despachos de productos medicinales y farmacéuticos, los cuales más que se doblaron frente a lo registrado entre 1992 y 1998, y de aparatos y artefactos eléctricos cuyos montos casi que se cuadruplicaron en este mismo período. Alrededor del 60% de estas ventas externas tuvieron como mercado los países integrantes de la CAN (Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia).

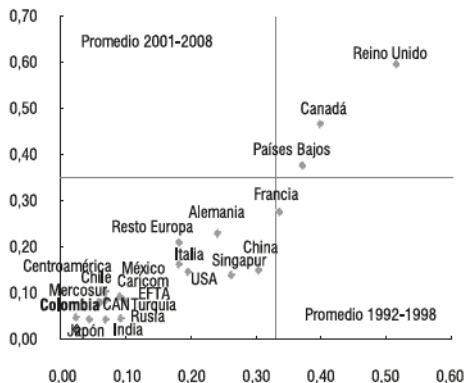
En el Gráfico 16 se calcula el índice de comercio intraindustrial para cuatro grupos de productos, clasificados según su intensidad tecnológica (bienes primarios y manufacturas de baja, media y alta tecnología). Entre los países que sobresalen por mayores relaciones de comercio intraindustrial en cada uno de los grupos está el Reino Unido, Países Bajos, Canadá, Italia y Singapur (Gráfico 16).

En el caso de bienes primarios, Colombia presenta el segundo indicador más bajo, no muy lejano de los resultados encontrados para la CAN, el Mercosur, la Comunidad del Caribe (Caricom) y el grupo de países centroamericanos²⁴. A pesar de que Colombia, en el caso de manufacturas de tecnología media y alta, presenta valores en el intervalo de “potencial comercio intraindustrial”, sus niveles intrasectoriales de este tipo de mercancías están muy por debajo de economías como las de China, México, Canadá, los Estados Unidos y el grupo denominado “Resto de Europa”.

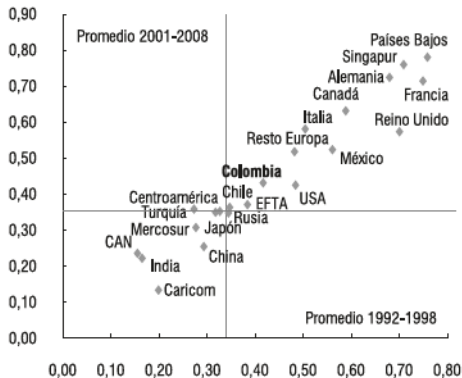
²⁴ Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

Gráfico 1
Índice de Grubel-Lloyd
 Según intensidad tecnológica (1992-1998 versus 2001-2008)

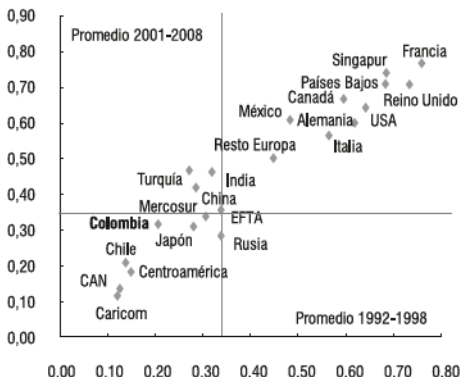
A. Bienes primarios



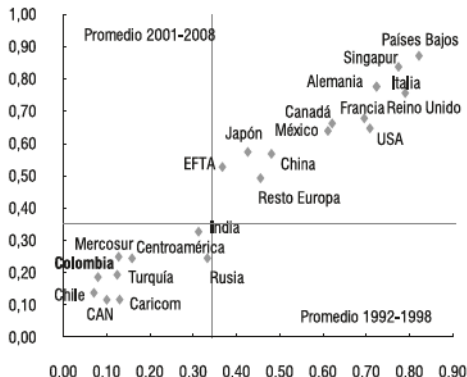
B. Manufacturas de baja tecnología



C. Manufacturas de tecnología media



D. Manufacturas de alta tecnología



Fuente: Comtrade; cálculos de los autores.

4. Consideraciones finales

Desde la segunda mitad del siglo XX diversos estudios han analizado la relación entre exportaciones y crecimiento, planteando la relevancia que tiene la dinámica y diversificación de la canasta exportadora sobre la expansión del producto. El comportamiento del comercio y producto mundial entre 1992 y 2012 revela lo anterior: mientras las economías asiáticas (en particular China) tuvieron continuas tasas de crecimiento en su ingreso y en su participación en el intercambio mundial de bienes y servicios, los países desarrollados registraron declives tanto en su producto como en su participación del comercio

mundial. Con ello, el centro de gravedad de la producción y el comercio se modificó de manera importante. El protagonismo de los Estados Unidos y Europa fue sustituido por la relevancia adquirida por las economías asiáticas que aumentaron su importancia en el panorama económico mundial, al tiempo que Latinoamérica aumenta levemente su posición en el mercado internacional sin sobresalir de manera significativa

La evolución del valor del comercio global desde la década de los noventa registra una tendencia creciente. Entre 1992 y 2012 el comercio mundial en dólares aumentó a una tasa anual promedio de 8,1%, registrando un comportamiento estable hasta finales de los años noventa y una aceleración en su dinámica con un crecimiento promedio anual de 16,6% entre 2003 y 2008. Después de un fuerte bajonazo en 2009 y la rápida recuperación en los dos años siguientes, el valor del comercio de bienes en 2012 se mantuvo en los niveles del año anterior. Estos resultados se dieron en un contexto de políticas de liberalización del comercio e integración económica y financiera, patrones de especialización vertical y relocalización de la producción industrial, crecimiento de los flujos financieros internacionales e innovaciones tecnológicas, desequilibrios corrientes externos, convergencia y expansión del ingreso mundial.

El crecimiento exportador mundial del período 1990-2012 se originó básicamente en el desempeño positivo de las exportaciones de bienes industriales, rubro que mostró una tendencia creciente y aportó cerca del 75% del valor total de las exportaciones mundiales, sustentado en la expansión de las exportaciones de equipo de capital (de manera especial maquinaria y equipo). En el caso de los combustibles y productos de la industria extractiva, hay que destacar el aumento de su importancia relativa a partir de 2004, debido, sobre todo, a sus altos precios de venta, sin llegar a ser determinante en el panorama mundial.

Aunque la exportación de productos con menor grado de elaboración o dependientes de recursos naturales no es tan importante en la canasta exportadora mundial, su relevancia y dependencia en la estructura exportadora colombiana es de magnitud considerable, constituyéndose en la principal fuente del crecimiento exportador del país. Por el contrario, se observa un estancamiento de las exportaciones de productos industriales.

El análisis desagregado de la expansión del comercio internacional en cantidades físicas y precios indica que la principal fuente fue el incremento de los volúmenes despachados, en especial en el caso de los productos industriales. Por su parte, el auge de las exportaciones de materias primas (principalmente petróleo y minería) ha dependido en gran medida del aumento de sus precios de venta. Esta tendencia alcista, iniciada a principios de la década pasada, ocurrió en un contexto de crecimiento económico a más largo plazo en varios países en desarrollo, mayor demanda mundial de productos básicos y depreciación del dólar de los Estados Unidos, entre otros. Por otra parte, al analizar, por grupos de productos, la canasta exportadora mundial, esta es bastante heterogénea por regiones. Mientras las exportaciones de América del Norte, Europa y Asia están concentradas en equipo de capital (44% en promedio del valor exportado), en Medio Oriente y Latinoamérica (combustibles, productos mineros y agrícolas) se destacan las ventas de bienes primarios con cerca del 79% y 71%, respectivamente.

El análisis de los resultados del comercio internacional a partir de diversos indicadores de especialización/diversificación, similitud y complementariedad, comercio intra-industrial y competitividad, además de facilitar la comprensión del patrón de comercio de un país, permiten identificar, entre otros, cuáles son los mercados más dinámicos; qué

socios comerciales son similares, complementarios y/o competitivos y en qué productos se tiene ventaja comparativa, así como mayores niveles de sofisticación

La evolución de los indicadores antes descritos, para 71 países que incluyen los principales bloques económicos y socios comerciales del país y que responden por cerca del 80% del valor del comercio mundial, indica varios resultados.

La canasta de exportaciones del conjunto de países analizados recae, en especial, en productos que incorporan tecnología alta y media en su cadena de producción, que son el núcleo de la actividad manufacturera de las economías desarrolladas y comprenden un alto grado de especialización técnica y economías de escala elevadas. Estos resultados contrastan con los obtenidos en Colombia, en los que las ventas de bienes industriales de alta y media tecnología se han mantenido alrededor del 2% y 13%, respectivamente, mientras que las de bienes primarios y manufacturas basadas en recursos naturales representan cerca del 70%.

En cuanto a los grados de diversificación y concentración de la canasta exportadora, las economías con mayor nivel de diversificación están localizadas principalmente en Europa, América del Norte y Asia. En contraste, los países en los cuales las exportaciones están muy concentradas corresponden fundamentalmente a naciones en desarrollo, en especial aquellas que tienen abundancia de recursos naturales como las latinoamericanas. Del caso nacional, hay que señalar que existe un elevado grado de concentración y que de la muestra de 71 países con datos a 2012, Colombia es el quinto país con mayor grado de concentración.

El país en lugar de diversificar su oferta exportable como lo han hecho varios países asiáticos y desarrollados, su estructura revela una tendencia a divergir de la mayoría de economías, convergiendo cada vez más a la de países exportadores de petróleo. Sin embargo, ¿se tiene ventaja comparativa en este tipo de productos? Según el indicador de Balassa, la respuesta no es muy alentadora, lo que motiva aún más la necesidad de impulsar otro tipo de exportaciones con mayor contenido tecnológico.

Esta baja diversificación industrial no será un mecanismo que permita compensar la caída de los ingresos corrientes del país como resultado de la disminución del precio internacional del crudo, ni tampoco un factor que impulse el crecimiento económico. Se ha demostrado que la concentración sectorial de las exportaciones está asociada de manera negativa con el crecimiento económico (Torres y Gilles, 2013). Una alta especialización en pocos productos de exportación genera una gran sensibilidad de la economía y, por tanto, una alta volatilidad de los ingresos por exportaciones, lo que repercute negativamente en el crecimiento.

Adicional a lo anterior, no se observan variaciones destacables en el comercio intra e interindustrial; por el contrario, el comercio intraindustrial es relativamente bajo si se compara en el ámbito internacional, lo que ratifica la reducida importancia del país en las cadenas mundiales de valor. No obstante, lo encontrado para Colombia es muy similar a lo registrado en otros países de la región. Los mayores indicios de comercio intraindustrial y diversificación exportadora se dieron en los periodos en los cuales era dinámico el comercio con los países de la CAN, en especial con Venezuela. Infortunadamente, un alto porcentaje de las manufacturas despachadas a estos mercados no lograron posicionarse en otros tras la crisis con el vecino país. El indicador tradicional de apertura tampoco alcanzó

niveles sustancialmente mayores cuando se compara con el crecimiento que sí se dio en otros países, varios de ellos de la región.

Los resultados evidencian la alta dependencia hacia las exportaciones tradicionales y pone de manifiesto la necesidad de políticas que promuevan una mayor diversificación exportadora. Solo a partir de estas políticas se podrá garantizar un mayor acceso y competencia en los mercados mundiales, al mismo tiempo que se puedan aprovechar los beneficios coyunturales de altos precios y volúmenes de exportación de los bienes minero-energéticos.

Bibliografía

- Aditya, A.; Acharyya, R. (2011). "Export diversification, composition, and economic growth: Evidence from cross-country analysis", en *The Journal of International Trade and Economic Development*, vol. 22, núm. 7, pp. 959-992.
- Agosin, M. (2009). "Crecimiento y diversificación de exportaciones en economías emergentes", en *Revista Cepal*, núm. 97, pp. 117-134.
- Ali, R.; Alwang, J.; Siegel, P. (1991). "Is Export Diversification the Best Way to Achieve Export Growth and Stability?", en *The World Bank, Policy, Research, and External Affairs Working Papers*, WPS 729.
- Altunc, Ö. F.; Aydın, C. (2015). "The relationship Between Export Structure and Economic Performance: An Empirical Analysis for Selected G-20 Countries", en *International Journal of Economic and Administrative Studies*, vol. 7, núm. 14, pp. 423-444.
- Anderson, K.; Norheim, H. (1993). "From Imperial to Regional Trade Preferences: Its Effect on Europe's Intra- and Extra-Regional Trade", en *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 129, núm. 1, pp. 78-102.
- Balassa, B. (1965). "Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage", en *The Manchester School of Economics and Social Science*, vol. 33, núm. 2, pp. 99-123.
- Baldwin, R.; Forslid, R. (1996). "Trade Liberalization and Endogenous Growth: A q-Theory Approach", en *NBER Working Paper*, núm. 5549.
- Ben-David, D.; Kimhi, A. (1998). "Trade and the Rate of Income Convergence", en *Journal of International Trade and Economic Development*, vol. 13, núm. 4, pp. 419-441.
- Cepal (2014). *Integración regional: hacia una estrategia de cadenas de valor inclusivas*. Naciones Unidas.
- Crespo Cuaresma, J.; Wörz, J. (2005). "On Export Composition and Growth", en *Review of World Economics*, vol. 141, núm. 1, pp. 33-49.
- De Benedictis, L.; Tajoli, L. (2007). "Openness, Similarity in Export Composition, and Income Dynamics", en *Journal of International Trade and Economic Development*, vol. 16, núm. 1, pp. 93-116.
- Dollar, D. (1992). "Outward-oriented Developing Economies Really do Grow More Rapidly; Evidence from 95 LDCs, 1976-1985", en *Economic Development and Cultural Change*, vol. 40, núm. 3, pp. 523-544.

- Durán Lima, J. E.; Álvarez, M. (2008). *Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial*. Cepal, Oficina de Asuntos Económicos, División de Comercio Internacional.
- Durán, J. E. (2008). *Indicadores de comercio exterior y política comercial: generalidades metodológicas e indicadores básicos*. Cepal, Oficina de Asuntos Económicos, División de Comercio Internacional.
- Durán, J. E.; Álvarez, M. (2011). *Indicadores de comercio exterior y política comercial: Análisis y derivaciones de la balanza de pagos*. Cepal, Oficina de Asuntos Económicos, División de Comercio Internacional.
- Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Escap. (2008). *Trade Statistics in Policymaking: A handbook of commonly use trade indices and indicators*. Naciones Unidas.
- Edwards, S. (1992). "Trade Liberalization and Growth in Developing Countries", en *Journal of Development Economics*, vol. 39, pp. 31-57.
- Edwards, S. (1998). "Openness, Productivity and Growth: What do we really know?", en *The Economic Journal*, vol. 108, núm. 447, pp. 383-398.
- Eurostat. (2014). "Comercio internacional de mercancías", *Statistics Explained*.
- Feder, G. (1983). "On Exports and Economic Growth", en *Journal of Development Economics*, vol. 12, pp. 59-73.
- Feenstra, R. (1990). "Trade and Uneven Growth", en *NBER Working Paper*, núm. 3276.
- Finger, J. M.; Kreinin, M. E. (1979). "A measure of 'Export Similarity' and its possible uses", en *The Economic Journal*, vol. 89, núm. 356, pp. 905-912.
- FMI (2011). "Changing Patterns of Global Trade". International Monetary Fund. Prepared by the Strategy, Policy, and Review Department.
- Fontagné, L.; Freudenberg, M. (1997). "Intra-Industry Trade: Methodological Issues Reconsidered", en *CEPII*, enero.
- Frankel, J. A.; Romer, D. (1999). "Does Trade Cause Growth?", en *American Economic Review*, vol. 89, núm. 3, pp. 379-399.
- Garavito, A.; López, D. C.; Montes, E. (2011). "Aproximación a los índices de valor unitario y quantum del comercio exterior colombiano", en *Borradores de Economía*, núm. 680, Banco de la República.
- García, J.; López, D. C.; Montes, E.; Esguerra, P. (2014). "Una visión general de la política comercial colombiana entre 1950 y 2012", en *Borradores de Economía*, núm. 817, Banco de la República.
- Grossman, G.; Helpman, E. (1990). "Trade, Innovation and Growth", en *American Economic Review*, vol. 80, núm. 2, pp. 86-91.
- Grubel, H. G.; Lloyd, P. (1975). *Intra-Industry Trade: The Theory and Measurement of International Trade in Differentiated Products*. London: McMillan.
- Gutiérrez de Piñeres, A.; Ferrantino, M. (1997). "Export diversification and structural dynamics in the growth process: the case of Chile", en *Journal of Development Economics*, vol. 52, pp. 375-391.
- Hausmann, R.; Klinger, B. (2008). "Achieving Export-Led Growth in Colombia". J. F. Government. (ed.), *Working Paper*, núm. 182, Harvard University.
- Hausmann, R.; Hwang, J.; Rodrik, D. (2007). "What You Export Matters", en *Journal of Economic Growth*, vol. 12, núm. 1, pp. 1-25.

- Hidalgo, C. (2009). The Dynamics of Economic Complexity and the Product Space Over a 42 Year Period. *Working Paper*, núm. 189. Cambridge, MA: Center for International Development at Harvard University.
- Hidalgo, C.; Hausmann, R. (2009). The Building Blocks of Economic Complexity. Center for International Development, Harvard University, *Working Papers*, núm. 186, pp. 1-20.
- Imbs, J.; Wacziarg, R. (2003). "Stages of Diversification", en *American Economic Association*, vol. 93, núm. 1, pp. 63-86.
- Koçyiğit, A.; Şen, A. (2007). "The Extent of Intra-Industry Trade between Turkey and the European Union: The Impact of Customs Union", en *Journal of Economic and Social Research*, vol. 9, núm. 2, pp. 61-84.
- Krueger, A. O. (1997). "Trade Policy and Economic Development: How We Learn", en *NBER Working Paper*, núm. 5896.
- Krugman, P. (1995). *Economía internacional. Teoría y política*. Aravaca (Madrid), McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A.
- Kuznets, S. (1955). "Economic Growth and Income Inequality", en *The American Economic Review*, vol. 45, núm. 1, pp. 1-28.
- Lall, S. (2000). "The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98", en *Oxford Development Studies*, vol. 28, núm. 3, pp. 337-369.
- López, D. C.; López, E.; Montes E. (2015). "Colombia en el comercio mundial (1992-2012): desempeño de las exportaciones colombianas", en Borradores de Economía, núm. 885, Banco de la República.
- López, R. (1991). *How Trade and Macroeconomic Policies Affect Economic Growth and Capital Accumulation in Developing Countries*, Policy, Research, and External Affairs, Working Paper, 625, Trade policy, Washington, D. C., Banco Mundial.
- Martínez, A.; Ocampo, J. A. (2011). *Hacia una política industrial de nueva generación para Colombia*. Coalición para la promoción de la industria colombiana.
- Mejía, J. F. (2011). *Export Diversification and Economic Growth. An Analysis of Colombia's Export Competitiveness in the European Union's Market*. Physica-Verlag Heidelberg.
- Meyer, F. V. (1956). "Complementarity and the Lowering of Tariffs", en *The American Economic Review*, vol. 46, núm. 3, pp. 323-335.
- Michaely, M. (1977). "Exports and Growth: An empirical investigation", en *Journal of Development Economics*, vol. 4, núm. 1, pp. 49-53.
- Michaely, M. (1984). "Trade, Income Levels and Dependence", en *The Economic Journal*, vol. 95, núm. 380, pp. 1123-1125.
- Mikic, M. (2005). *Commonly used trade indicators: A note*. Unescap.
- Mira, P.; Dicoovski, J. P.; Klitenik, F. (2010). "Términos de intercambio en Argentina", Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.
- Montes, E.; Garavito, A.; Esguerra, P. (2010). "Venezuela como destino de las exportaciones colombianas: evolución reciente y efecto sobre el panorama exportador y las firmas colombianas", en Borradores de Economía, núm. 621, Banco de la República. Septiembre.

- Naudé, W.; Bosker, M.; Matthee, M. (2010). "Export Specialisation and Local Economic Growth", en *The World Economy*, vol. 33, núm. 4, pp. 552-572.
- Ngoc, P. M.; Anh, P.; Nga, P. (2003). "Exports and Long-Run Growth in Vietnam, 1976-2001" *ASEAN Economic Bulletin*, vol. 20, núm. 4, pp. 1-25.
- Organización Mundial del Comercio (OMC) (2013). *Informe sobre el Comercio Mundial 2013. Factores que determinan el futuro del comercio*.
- Organización Mundial del Comercio (OMC) (2014). *Informe sobre el Comercio Mundial 2014. Comercio y desarrollo: tendencias recientes y función de la OMC*.
- Parteka, A. (2013). "The Role of Trade in Intra-Industry Productivity Growth - the Case of Old and New European Union Countries", en *Review of Development Economics*, vol. 17, núm. 4, pp. 712-731.
- Parteka, A.; Tambari, M. (2013). "Product diversification, relative specialisation and economic development: Import-export analysis", en *Journal of Macroeconomics*, vol. 38, pp.121-135.
- Pomfret, R. (1981). "The Impact of EEC Enlargement on Non-Member Mediterranean Countries' Exports to the EEC", en *Economic Journal*, vol. 91, núm. 363, pp. 726-730.
- Ram, R. (1985). "Exports and Economic Growth: Some Additional Evidence", en *Economic Development and Cultural Change*, vol. 33, núm. 2, pp. 415-425.
- Reyes, S.; Jiménez, S. (2012). "Composición de las exportaciones y crecimiento económico en la Comunidad Andina de Naciones", en *Lecturas de Economía*, núm. 77, pp. 53-90.
- Riad, N.; Errico, L.; Henn, C.; Saborowsky, C.; Saito, M.; Turunen, J. (2012). *Changing Patterns of Global Trade*. Washington: Fondo Monetario Internacional.
- Rivera-Batiz, L.; Romer, P. (1991). "Economic Integration and Endogenous Growth", en *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, núm. 2, pp. 531-555.
- Rodrik, D. (2005). "Políticas de diversificación económica", en *Revista de la CEPAL*, núm. 87.
- Rostow, W. (1961). *Las etapas del crecimiento económico. Un manifiesto no comunista*, Rubén C. Pimentel (trad.), México, Fondo de Cultura Económica.
- Sachs, J.; Warner, A. (1995). "Economic Reform and the Process of Global Integration", en *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 1-95.
- Segerstrom, P.; Anant, T.; Dinopoulos, E. (1990). "A Schumpeterian Model of the Product Life Cycle", en *American Economic Review*, vol. 80, núm. 5, pp. 1077-1091.
- Sulochani, S.; Lee, K. (2015). "Does Openness Lead to Sustained Economic Growth? Export growth versus other variables as determinants of economic growth", en *Journal of the Asia Pacific Econom*, vol. 20, núm. 3, pp. 345-368.
- Torres, D.; Gilles, E. (2013). "Estructura tecnológica de las exportaciones industriales en América Latina (1990-2010)", Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Unctad (2013). *Informe sobre el comercio y el desarrollo, 2013. Panorama general*. Informe de la secretaria general de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Nueva York y Ginebra.
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (Unescap) (2009). *Trade Statistics in Policymaking –A Handbook of Commonly Used Trade Indices and Indicators–* (edición revisada).

Anexo 1

Países seleccionados en la muestra

	Costa Rica		Canadá
	Dominica	Nafta	Estados Unidos
	El Salvador		México
	Guatemala		Suiza
	Honduras,	EFTA	Noruega
	Nicaragua		Islandia
	Ecuador		Alemania
	Perú		Austria
	Antigua y Barbuda		Bélgica
	Barbados		Bulgaria
	Belice		Chipre
	República Dominicana		Croacia
	Granada		Dinamarca
	Guayana		Eslovaquia
Latinoamérica	Jamaica		Eslovenia
	Montserrat		España
	San Cristobal y Nieves		Estonia
	San Vicente y las Granadinas		Finlandia
	Santa Lucía		Francia
	Trinidad y Tobago	Unión Europea	Grecia
	Argentina		Hungría
	Brasil		Irlanda
	Paraguay		Italia
	Uruguay		Letonia
	Venezuela		Lituania
	Bolivia		Luxemburgo
	Mexico		Malta
	Chile		Países Bajos
	Panamá		Polonia
	Coreal del Sur		Portugal
	Singapur		República Checa
Asia	Japón		Rumania
	China		Suecia
	India		Reino Unido
		Otros	Rusia
			Turquía

Fuente: Banco de la República.

Anexo 2

Índices de precios y cantidades del comercio exterior colombiano

Los índices de precios (o valor unitario) y de cantidades de las exportaciones e importaciones son herramientas esenciales para el análisis económico. Estos indicadores, además de facilitar la desagregación de la variación nominal del comercio exterior en cantidades y precios, son un insumo para el cálculo de los términos del intercambio, el ingreso nacional real (Mira *et al.*, 2010) y la participación de los precios de los bienes importados en la dinámica de la inflación interna. Adicionalmente, la evolución de estos índices facilita el análisis de la competitividad de un país en los mercados internacionales, y la estimación del cambio en las ventas y compras externas ante una variación de los precios. Asimismo, este tipo de herramientas será un instrumento de análisis para explicar la baja y en algunos productos la alta inserción del mercado colombiano expuesta antes. Los resultados aquí mostrados se derivan de la metodología propuesta por Garavito *et al.* (2011), la cual utiliza las estadísticas aduaneras del país²⁵.

Índices de precios y cantidades para las exportaciones

Tras una relativa estabilidad entre 1995 y 2003, desde 2004 el índice de precios de las exportaciones del país ha registrado una tendencia creciente (Gráfico A2.1), la cual ha oscilado dependiendo de la coyuntura internacional, principalmente de los precios en el exterior de las materias primas. Por otro lado, los mayores niveles de producción y la mayor demanda externa se han traducido en un creciente flujo de volúmenes exportados, los cuales han aumentado de manera sistemática en el período analizado.

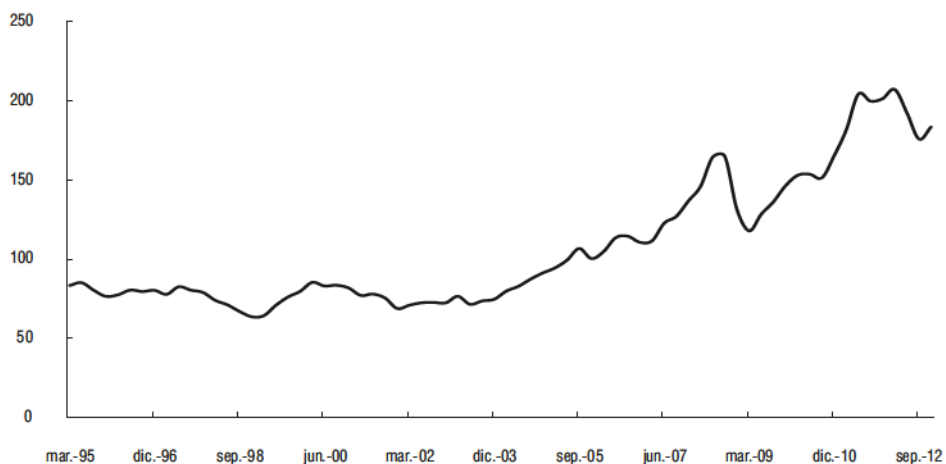
Este análisis permite descomponer la variación nominal de las transacciones totales del comercio exterior en su efecto precio y cantidad. Al descomponer la variación anual del valor total de las exportaciones entre precio y cantidad, se observa que desde mediados de la pasada década la dinámica de las ventas externas expresadas en dólares corrientes, ha sido determinada principalmente por el comportamiento de los precios de exportación, más que por el aumento de las cantidades despachadas (Gráfico A2.2). En promedio, para el período precrisis (2003Q1-2008Q3), el valor de las ventas externas se incrementaron cada año con datos trimestrales un 23%; los precios aportaron cerca del 15% y las cantidades el restante 8%. Lo contrario sucedió entre 1996 y 1998, cuando el crecimiento exportador estuvo jalonado por los mayores volúmenes exportados. La dinámica de las cantidades despachadas durante 2012 ha sido un factor compensatorio de los menores precios de exportación.

²⁵ El nivel de desagregación que se recomienda utilizar para el cálculo de los valores unitarios impide que se muestren resultados antes de 1995.

Gráfico A2.1 Exportaciones totales

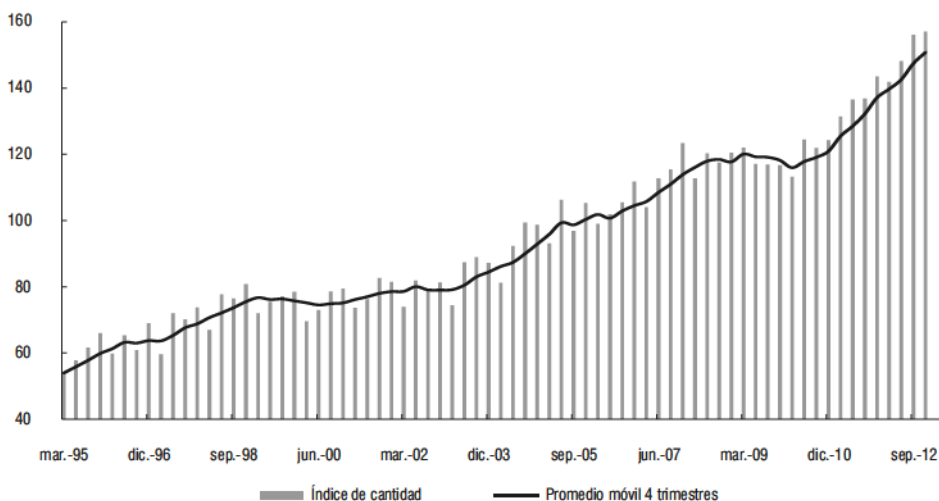
A. Índice de precios

(base geométrica 2005=100)



B. Índice de cantidad

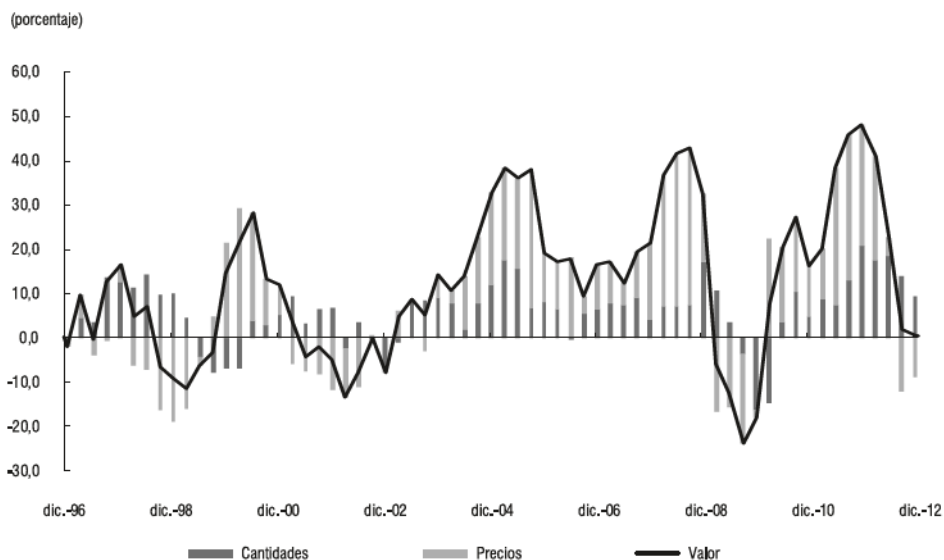
(base geométrica 2005=100)



Fuentes: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN); cálculo de los autores.

GA2.2

Descomposición del crecimiento del valor de las exportaciones entre precio y cantidad



Fuente: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

En los cuadros A2.1 y A2.2 se calcula el promedio del índice de precios y cantidades por tipo de producto (según CUCI)²⁶. El crecimiento de algunos países emergentes durante la segunda mitad de la década pasada implicó un aumento de la demanda mundial de materias primas, un alza en los precios de este tipo de bienes y una mayor participación de los bienes básicos en la canasta exportadora del país. Como resultado de lo anterior, el índice de precios de las exportaciones totales se duplicó entre 1995-1997 y 2008-2012; los incrementos más importantes se observaron en combustibles y lubricantes minerales, productos químicos y artículos manufacturados clasificados según el material. El precio implícito de exportación del petróleo colombiano²⁷ más que se cuadruplicó en este período, aumentando en promedio de USD 19/barril a USD 85/barril.

²⁶ En los cuadros de precios y cantidades presentados en este anexo, las categorías de productos están ordenados según su importancia (de mayor a menor) en el valor total de las exportaciones e importaciones colombianas.

²⁷ Cálculo agregado sin ponderar por la densidad del petróleo exportado.

Cuadro A2.1**Índice de precios por grupos de productos según CUCI 1995 - 2012**
(índice 2005=100)

Cuci Rev 3 / período	A. 1995-1997	B. 2008-2012	(B) / (A)
Productos alimenticios y animales vivos	149	156	1,04
Bebidas y tabacos	161	144	0,90
Materiales crudos no comestibles, excepto combustibles	93	111	1,19
Combustibles y lubricantes minerales y productos conexos	46	178	3,87
Aceites, grasas y ceras de origen animal y vegetal	194	233	1,21
Productos químicos y productos conexos	40	131	3,24
Artículos manufacturados, clasificados principalmente según el material	100	160	1,60
Maquinaria y equipo de transporte	111	118	1,07
Artículos manufacturados diversos	170	129	0,76
Exportaciones totales	80	165	2,06

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

Cuadro A2.2**Índice de cantidades por grupos de productos según CUCI 1995 - 2012**
(índice 2005=100)

Cuci Rev 3 / período	A. 1995 - 1997	B. 2008 - 2012	(B) / (A)
Productos alimenticios y animales vivos	62	92	1,48
Bebidas y tabacos	23	51	2,21
Materiales crudos no comestibles, excepto combustibles	57	141	2,50
Combustibles y lubricantes minerales y productos conexos	89	172	1,94
Aceites, grasas y ceras de origen animal y vegetal	11	88	7,80
Productos químicos y productos conexos	130	132	1,02
Artículos manufacturados, clasificados principalmente según el material	46	85	1,83
Maquinaria y equipo de transporte	24	96	3,96
Artículos manufacturados diversos	32	82	2,55
Exportaciones totales	64	129	2,02

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

En el resto de productos no se observan incrementos significativos en los últimos años sino, por el contrario, precios similares e inclusive inferiores (Cuadro A2.1). Sobresalen los artículos manufacturados según el material, en los cuales las exportaciones de manufacturas de minerales no metálicos y de manufacturas de caucho, hierro y acero registran los mayores crecimientos de precios.

Es importante anotar que el comportamiento del índice de precios en el caso de los productos alimenticios está fuertemente relacionado con la evolución del precio del café, el cual presentó dos tendencias alcistas en este período (con caídas posteriores). La primera, más corta que la segunda pero de alta intensidad, se dio en lo corrido del primer semestre de 1997, cuando el precio externo del café colombiano pasó de 117 centavos de dólar por libra (de 453,6 g) en enero de 1996 a 247 en junio de 1997. Después de este incremento, se observa una tendencia decreciente que se mantuvo hasta 2004, para luego aumentar de manera continua hasta junio de 2011 (segunda tendencia alcista). En 2012, los precios del café suave colombiano vuelven a registrar una disminución considerable.

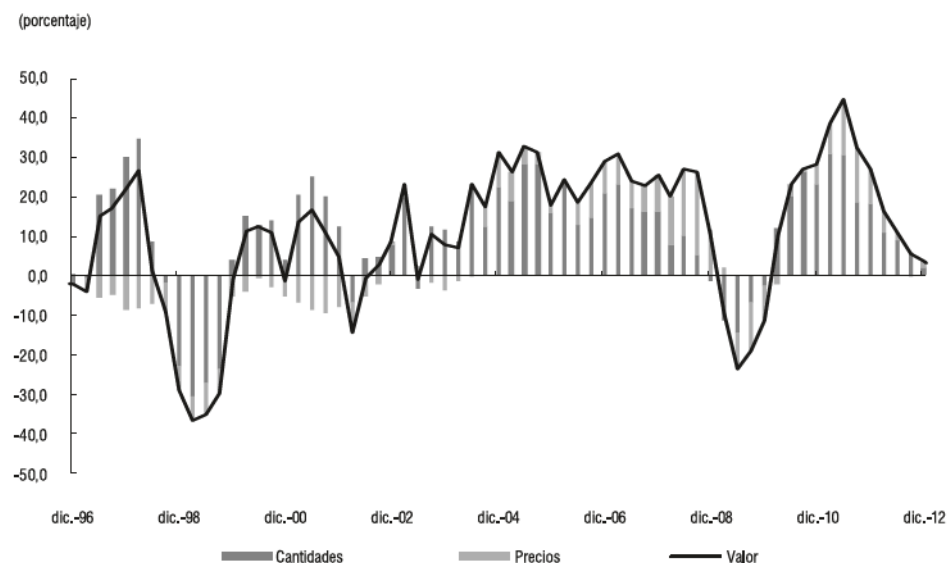
En términos de los volúmenes despachados por el país, estos también se duplicaron en el período de análisis (Cuadro A2.2). Con excepción de productos y sustancias químicas, que alcanzaron niveles similares, en el resto de productos se observan incrementos en sus volúmenes exportados. Sobresalen las ventas externas de aceites y grasas, las cuales se multiplicaron cerca de siete veces, hecho que se explica por dos factores principalmente: el primero son los nuevos mercados a los que se les empezó a exportar estos productos (cerca de 57 países), y el segundo fue el incremento sustancial de los volúmenes exportados a ciertos destinos como los Estados Unidos, España, Chile, Ecuador y Venezuela. Otro hecho que cabe resaltar está relacionado con los mayores volúmenes exportados de bienes mineros, debido al incremento en los niveles de producción, sobre todo de petróleo y carbón.

Índices de precios y cantidades para las importaciones

En contraste con lo observado en el caso de las exportaciones, el análisis de la variación anual del valor de las importaciones muestra que la dinámica de las compras externas del país, expresadas en dólares corrientes, ha estado fundamentalmente asociada con el comportamiento de los volúmenes adquiridos, más que con el de los precios (Gráfico A2.3). Para el período 2004-2008, la tasa de crecimiento anual promedio fue de 23,3%, de la cual, los precios aportaron cerca del 7,3% y las cantidades un 16,1%. Es importante destacar que sumado a la favorable coyuntura económica, la apreciación cambiaria también facilitó la modernización de planta y equipo de las empresas, entre ellas las relacionadas con el sector de transporte, las cuales han incrementado de manera sustancial sus importaciones.

GA2.3

Descomposición del crecimiento del valor de las importaciones entre precio y cantidad



Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

El índice de precios de las importaciones totales muestra una tendencia decreciente a partir de 1995 la cual se mantuvo hasta 2003 (Gráfico A2.4). Después, en 2004, dicha tendencia se revierte hasta el tercer trimestre de 2008, período en el que el alza de las cotizaciones en las materias primas y productos energéticos impulsaron un aumento en los precios de los bienes básicos, intermedios y de capital adquiridos en el exterior.

Según el tipo de producto importado (Cuadro A2.3), exceptuando aceites, materiales crudos y bebidas y tabaco, en el resto de grupos se observan, en los últimos años, niveles de precios similares o inferiores a los que se registraron entre 1995 y 1997. Algunas de las posibles razones que explican el comportamiento del índice de precios son:

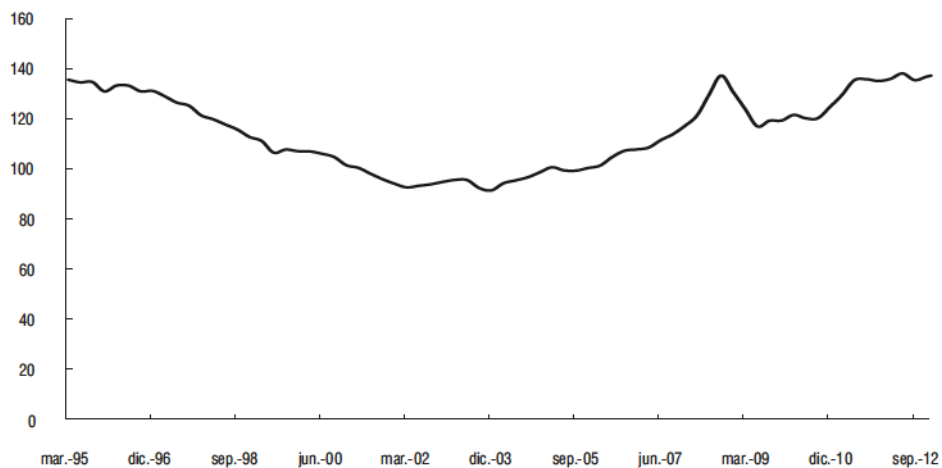
- a) Comportamiento de la tasa de cambio frente al dólar de los principales socios comerciales. Los precios de exportación en dólares de los países proveedores de las importaciones colombianas (con excepción de los Estados Unidos) se han visto afectados por el comportamiento de la tasa de cambio frente al dólar y esto se refleja en el índice de precios (en dólares) de las importaciones colombianas²⁸.

²⁸ Entre 1995 y 2003 diversos países registraron una devaluación de sus monedas frente al dólar. Posteriormente, con excepción del período de crisis de 2008, se observa una tendencia a la apreciación. Esta dinámica sigue la evolución del índice de precios de las importaciones totales.

Gráfico A2.4 Importaciones totales

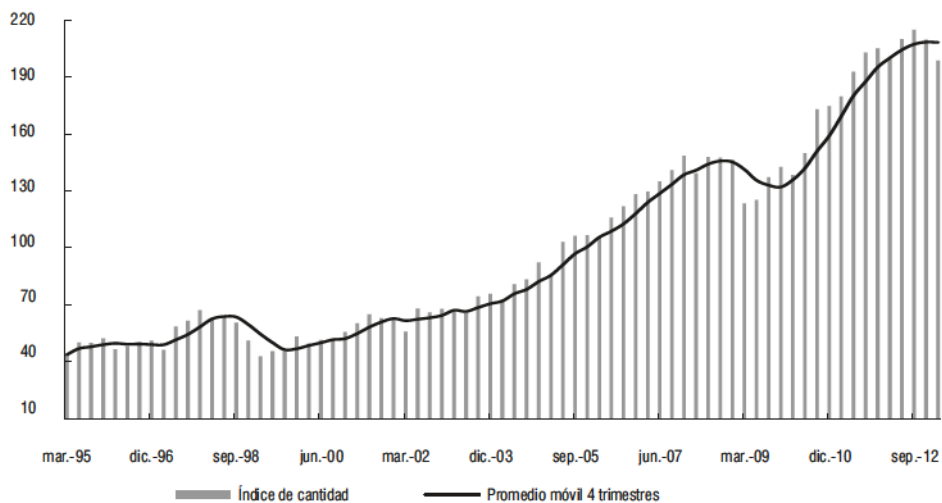
A. Índice de precios

(base geométrica 2005=100)



B. Índice de cantidad

(base geométrica 2005=100)



Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

- b) Precios de exportación de los Estados Unidos, principal socio comercial del país.
- c) Precios de las materias primas y productos energéticos: el precio de los bienes importados tiene relación con la dinámica de las cotizaciones internacionales del crudo y otros minerales. Aparte de las compras externas de combustibles y lubricantes, del petróleo se derivan una gama de productos denominados petroquímicos, que después se utilizan en las industrias de fertilizantes, plásticos, alimenticia, farmacéutica, química y textil, entre otras.
- d) Mayor relevancia en la canasta importadora de productos con mayor valor agregado.

Cuadro A2.3

Índice de precios por grupos de productos según CUCI 1995 - 2012
(índice 2005=100)

Cuci Rev 3 / período	A. 1995-1997	B. 1998-2000	C. 2001-2007	D. 2008-2012	(D) / (A)
Maquinaria y equipo de transporte	135	124	105	119	0,88
Productos químicos y productos conexos	124	92	94	130	1,05
Artículos manufacturados, clasificados principalmente según el material	124	101	96	127	1,03
Artículos manufacturados diversos	146	135	104	137	0,94
Productos alimenticios y animales vivos	135	113	101	133	0,99
Combustibles y lubricantes minerales y productos conexos	140	117	104	108	0,78
Materiales crudos no comestibles, excepto combustibles	121	89	95	154	1,27
Aceites, grasas y ceras de origen animal y vegetal	131	108	100	190	1,45
Bebidas y tabacos	87	77	92	123	1,41
Importaciones totales	131	110	100	128	0,98

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

En cuanto a los índices de cantidades, estos registraron tasas continuas de crecimiento entre 2001 y 2008, al mismo tiempo que el país en 2007 alcanzaba tasas de crecimiento del producto del 6,9%. Este crecimiento, jalonado por el mayor ingreso nacional disponible y el dinamismo de la demanda interna, se ha reflejado en un aumento de la demanda por importaciones de todo tipo de productos (Cuadro A2.4), tanto de bienes de consumo por los hogares, como bienes intermedios y de capital por las empresas. En 2009 los índices de cantidades para todos los productos registraron una disminución como consecuencia de la desaceleración del PIB y otros agregados macroeconómicos, y a partir de la recuperación económica de 2010 este indicador se ha mantenido al alza.

Cuadro A2.4

Índice de cantidades por grupos de productos según CUCI 1995 - 2012

(índice 2005=100)

Cuci Rev 3 / período	A. 1995-1997	B. 2008-2012	(B) / (A)
Maquinaria y equipo de transporte	50	176	3,56
Productos químicos y productos conexos	48	141	2,94
Artículos manufacturados, clasificados principalmente según el material	53	153	2,91
Artículos manufacturados diversos	48	175	3,62
Productos alimenticios y animales vivos	67	195	2,90
Combustibles y lubricantes minerales y productos conexos	52	494	9,59
Materiales crudos no comestibles, excepto combustibles	76	105	1,37
Aceites, grasas y ceras de origen animal y vegetal	61	157	2,58
Bebidas y tabacos	103	133	1,29
Importaciones totales	52	167	3,24

Fuentes: DIAN y DANE; cálculos de los autores.

Anexo 3

Categoría de productos

Categoría	Ejemplos de productos	Cuci ¹
A. Bienes primarios		
	Fruta fresca, carne, arroz, cocoa, té, café, madera, carbón, petróleo crudo, gas, minerales concentrados y chatarra.	001, 011, 022, 025, 034, 036, 041, 042, 043, 044, 045, 054, 057, 071, 072, 074, 075, 081, 091, 121, 211, 212, 222, 223, 232, 244, 245, 246, 261, 263, 268, 271, 273, 274, 277, 278, 281, 286, 287, 289, 291, 292, 322, 333, 341.
B. Bienes industrializados		
Manufacturas basadas en recursos naturales	Preparados de fruta carnes, bebidas, productos de madera, aceites vegetales, metales básicos (excepto acero), derivados del petróleo, cemento, piedras preciosas, vidrio.	012, 014, 023, 024, 035, 037, 046, 047, 048, 056, 058, 061, 062, 073, 098, 111, 112, 122, 233, 247, 248, 251, 264, 265, 269, 423, 424, 431, 621, 625, 628, 633, 634, 635, 641, 282, 288, 323, 334, 335, 411, 511, 514, 515, 516, 522, 523, 531, 532, 551, 592, 661, 662, 663, 664, 667, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689.
Manufacturas de baja tecnología	Textiles, ropa, calzado, manufacturas de cuero, bolsos de viaje, cerámica, estructuras simples de metal, muebles, joyería, juguetes, productos plásticos.	611, 612, 613, 651, 652, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 831, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 851, 642, 665, 666, 673, 674, 675, 676, 677, 679, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 699, 821, 893, 894, 895, 897, 898, 899.
Manufacturas de tecnología media	Vehículos de pasajeros y sus partes, vehículos comerciales, motocicletas y sus partes, fibras sintéticas, químicos y pinturas, fertilizantes, plásticos, hierro y acero, cañerías y tubos, maquinaria y motores, máquinas industriales, bombas, barcos y relojes.	781, 782, 783, 784, 785, 266, 267, 512, 513, 533, 553, 554, 562, 572, 582, 583, 584, 585, 591, 598, 653, 671, 672, 678, 786, 791, 882, 711, 713, 714, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 736, 737, 741, 742, 743, 744, 745, 749, 762, 763, 772, 773, 775, 793, 812, 872, 873, 884, 885, 951.
Manufacturas de alta tecnología	Máquinas para procesamiento de datos, de telecomunicaciones, equipos televisión, y transistores, turbinas, equipos generadores de energía, artículos farmacéuticos, aviones, instrumentos ópticos y de precisión, cámaras fotográficas.	716, 718, 751, 752, 759, 761, 764, 771, 774, 776, 778, 524, 541, 712, 792, 871, 874, 881.
C. Otras transacciones		
	Electricidad, películas cinematográficas, impresos, transacciones especiales, oro, monedas, animales (mascotas), obras de arte.	351, 883, 892, 896, 911, 931, 941, 961, 971.

¹ CUCI= Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional, version 2.

Fuente: Lall, S. (2000). "The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exporters, 1985-98", Oxford Development Studies, vol. 28, núm. 3, pp. 337-369.

Ensayos sobre crecimiento económico en Colombia
se terminó de imprimir en Bogotá,
en junio de 2018, en La Imprenta Editores S. A.

