

**El desempeño municipal en el sector
educativo: un análisis a partir de una
función multiproducto**

Por: Ligia Alba Melo-Becerra
Lucas Wilfried Hahn-De-Castro
Dalma Sofía Ariza-Hernández
Cristian Oswaldo Carmona-Sanchez

Núm. 243
Agosto, 2016



Documentos de trabajo sobre
ECONOMÍA REGIONAL



BANCO DE LA REPÚBLICA

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS REGIONALES (CEER) - CARTAGENA

ISSN 1692 - 3715

La serie **Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional** es una publicación del Banco de la República – Sucursal Cartagena. Los trabajos son de carácter provisional, las opiniones y posibles errores son de responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

El desempeño municipal en el sector educativo: un análisis a partir de una función multiproducto*

Ligia Alba Melo-Becerra^a
Lucas Wilfried Hahn-De-Castro^b
Dalma Sofía Ariza-Hernández^c
Cristian Oswaldo Carmona-Sanchez^d

* Agradecimientos a Subal Kumbhakar y a Héctor Zarate por sus sugerencias para la aplicación de la metodología econométrica utilizada en el documento. También agradecemos los valiosos comentarios de Jaime Bonet, Gerente del Banco de la República sucursal Cartagena, y de Luis Armando Galvis y Leonardo Bonilla, investigadores del Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER). Finalmente, se agradece a Dan Estebán Larrota por su labor como asistente de investigación a una versión preliminar de este documento. Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones del Banco de la República ni de su Junta Directiva, ni del Departamento Nacional de Planeación.

^a Banco de la República, Bogotá, Colombia. lmelobec@banrep.gov.co

^b Banco de la República, Cartagena, Colombia. lhahndca@banrep.gov.co

^c Departamento Nacional de Planeación, Colombia. dariza@dnpc.gov.co

^d Departamento Nacional de Planeación, Colombia. ccarmona@dnpc.gov.co

El desempeño municipal en el sector educativo: un análisis a partir de una función multiproducto

Resumen

Este documento estima la eficiencia del sector educativo a nivel municipal en el país, para el periodo 2007-2014. El análisis empírico se realiza utilizando una función multiproducto, la cual permite observar el desempeño del sector teniendo en cuenta que las autoridades municipales son responsables de diferentes objetivos en la provisión de la educación. Se identifican municipios con eficiencias entre el 10% y el 90%, lo que indica que hay mucho margen de mejora. Los resultados se presentan identificando posibles causas de ineficiencia, entre las que se encuentran la certificación del municipio y su entorno institucional. También se observan patrones regionales que difieren para los resultados de cobertura y calidad en la educación.

Palabras clave: Educación, eficiencia técnica, descentralización, Colombia

Clasificación JEL: C23, D24, H75, I20

Abstract

This paper estimates the efficiency for the public education sector in Colombia by municipality during the period 2007-2014. The empirical analysis relies in a multiproduct function, which allows us to assess the performance of public policy taking into account two types of products: quality and coverage of education. Colombian municipalities show efficiencies between the 10% and 90%, which shows space to improvement. Possible sources of inefficiencies are explored, such as institutional environment and fiscal autonomy. Regional patterns are also observed, which differ for the cases of quality and coverage of education.

Keywords: Education, technical efficiency, decentralization, Colombia

JEL Classification: C23, D24, H75, I20

1. Introducción

Con el proceso de descentralización en Colombia se incrementaron los recursos y las responsabilidades de los departamentos y municipios del país. Actualmente los gobiernos sub-nacionales ejecutan una proporción importante del gasto público, para atender la provisión de los servicios de educación, salud y agua potable, entre otros servicios. En el caso particular de la educación, las entidades territoriales reciben el mayor porcentaje de recursos de las transferencias nacionales. En efecto, de acuerdo con las Leyes 715 de 2001 y 1176 de 2007, el 58,5% de las transferencias de la Nación a las entidades territoriales (*Sistema General de Participaciones, SGP*) con distribución sectorial son destinadas a este sector y el 0,5% de las asignaciones especiales van dirigidas a cubrir gastos de alimentación escolar.

El principal objetivo de este estudio es estimar el desempeño en la provisión de los servicios educativos de los municipios, teniendo en cuenta que ellos son responsables por el cumplimiento de los objetivos del sector, entre los que se destacan la ampliación de la cobertura y el mejoramiento de la calidad de la educación preescolar, primaria, media y secundaria . Con este propósito, se mide qué tan eficientemente han utilizado los recursos destinados a la provisión de la educación, como resultado del fortalecimiento de la descentralización. Un estudio sobre el desempeño de los municipios en el manejo de estos recursos resulta interesante no solo por los costos fiscales asociados con los problemas de ineficiencia, sino por el beneficio social que se podría obtener al mejorar la asignación de los recursos públicos, en términos de indicadores de cobertura y calidad en el sector educativo del país.

Los municipios, al ser responsables de la educación pública, deben atender el cumplimiento de diferentes "*productos educativos*", que no necesariamente son

homogéneos para ser integrados en uno solo, mientras que los insumos utilizados son compartidos y conjuntamente determinan los resultados educativos de los municipios del país. Por esta razón, el análisis para estimar la eficiencia del sector se realiza considerando una función de producción “multiproducto”, la cual ha sido usada en la literatura empírica para medir la eficiencia de las unidades de producción, cuando el proceso requiere de múltiples insumos para producir múltiples productos.

El análisis considera las diferencias en términos de tamaño, capacidad institucional, actividad económica, autonomía en el manejo de los recursos y características socioeconómicas que enfrentan los municipios del país, las cuales pueden afectar el desempeño de las autoridades locales y por ende los resultados en términos de eficiencia. Por ejemplo, mientras muchos municipios tienen alta dependencia de los recursos del SGP para el financiamiento de los gastos de nómina educativa, otros municipios pueden destinar un porcentaje importante de recursos propios a la inversión en el sector. De otro lado, las mejoras en eficiencia que la literatura sugiere cuando la provisión de bienes públicos se realiza en un contexto de descentralización pueden verse afectadas por factores institucionales, políticos, sociales y culturales. En particular, para el caso colombiano se ha sugerido que existe una relación negativa entre algunos factores políticos y administrativos, y el uso de las transferencias del gobierno central (Melo, 2012). Por esta razón, en la estimación se incluyen variables de control con el fin de capturar estos efectos.

El ejercicio se realiza para el periodo 2007-2014 y los resultados obtenidos de las estimaciones se presentan identificando posibles causas de ineficiencia para los municipios colombianos. En primer lugar, se observa que los municipios certificados suelen tener medidas de eficiencia, tanto en cobertura como en calidad,

más elevadas que los no certificados. En segundo lugar, los municipios que tienen condiciones de entorno más favorables registran mayores medidas de eficiencia técnica en el sector educativo¹. Finalmente, los resultados sugieren patrones regionales interesantes para la eficiencia del sector, los cuales difieren para los resultados de cobertura y calidad.

Este documento se divide en siete secciones. La segunda sección contiene una breve revisión de la literatura. La tercera presenta una descripción del proceso de descentralización en el sector educativo. La cuarta sección contiene la metodología utilizada para calcular las medidas de eficiencia de los municipios del país, mientras que la quinta describe los datos utilizados en el análisis. La sexta sección discute la estrategia empírica y los resultados de los diferentes modelos estimados, y por último la séptima sección presenta las principales conclusiones.

2. Revisión de literatura

La eficiencia en el sector educativo se ha estudiado en distintos países teniendo en cuenta diferentes agregaciones, tanto para instituciones del sector privado como para el sector público. Las metodologías utilizadas se dividen en técnicas paramétricas y no paramétricas, entre los cuales se puede mencionar los estudios de Ruggiero (1996), quien analiza la eficiencia de un grupo de escuelas públicas, incluyendo el efecto de variables ambientales. Chakraborty, Biswas y Lewis (2001) analizan la eficiencia para las escuelas públicas de Utah, utilizando técnicas estocásticas y encuentran gran varianza en los resultados de la eficiencia; Bradley, Johnes y Millington (2001) calculan la eficiencia técnica para las escuelas

¹ Para medir las condiciones de entorno de los municipios se utiliza una tipología definida por el Departamento Nacional de Planeación, la cual considera distintas dimensiones de los municipios, incluyendo variables de seguridad, de desarrollo económico e institucional, y de comportamiento fiscal, entre otras.

secundarias en Inglaterra, evaluando el efecto del cambio de la eficiencia durante el periodo 1993-1998.

En el caso de entidades territoriales, Waldo (2007) estima la eficiencia del sistema educativo público en Suiza por municipios, utilizando la metodología de Análisis Envolvente de Datos (*DEA*, por las siglas en inglés). De otro lado, algunos estudios analizan la eficiencia en la educación a nivel de países. Por ejemplo, Afonso y Aubyn (2005) evalúan la eficiencia para una muestra de países de la OECD, mediante metodologías no paramétricas. Afonso y Aubyn (2006) emplean un modelo semi-paramétrico, para analizar la eficiencia del gasto en educación, comparando los resultados de las pruebas PISA de 25 países, la mayoría miembros de la OECD. Afonso, Schuknechta y Tanzi (2010) comparan la eficiencia del gasto público en educación de los “nuevos” miembros de la Unión Europea y una muestra de países emergentes, utilizando diferentes técnicas de medición.

Hay varios trabajos que estudian la eficiencia del municipio considerando la prestación de diferentes servicios públicos, incluyendo la educación. Dentro de estos trabajos se pueden destacar el de Dollery y Johnson (2005), quienes analizan la eficiencia de los gobiernos locales de Australia utilizando diferentes modelos alternativos; el de Sampaio de Sousa y Stošić (2005), el cual evalúa la eficiencia técnica de 4.796 municipios brasileños, usando diferentes variantes de la metodología *DEA*; y el de Afonso y Fernandes (2008) que observa la eficiencia relativa de los gobiernos locales de Portugal, utilizando la metodología *DEA* y como medida de producto un indicador agregado de desempeño municipal.

Para el caso colombiano existen múltiples estudios que estiman la eficiencia del sector educativo, algunos de ellos se han enfocado en las implicaciones que ha tenido el proceso de descentralización sobre su desempeño. En particular, Melo

(2005) aplica un análisis de frontera estocástica en producción y costos para los departamentos del país, con el objetivo de evaluar si la Ley 60 de 1993 tuvo un efecto sobre la calidad y la cobertura de la educación. El estudio encuentra una alta ineficiencia, antes y después de la Ley 60, por lo que concluye que la descentralización fiscal debe estar precedida por un fortalecimiento institucional que permita obtener unos mejores resultados en la provisión de los servicios públicos. En términos de cobertura y calidad educativa, se observan resultados diferentes. Mientras que la Ley 60 contribuyó a incrementar la primera, la segunda no mejoró de forma significativa.

Cano y Ramírez (2007) aplican la metodología *DEA* para los sectores de educación, salud y agua potable, cada uno en forma independiente. Para el sector educativo, los productos escogidos son el número de alumnos matriculados en establecimientos oficiales y el promedio municipal de las pruebas ICFES. Como insumos se utilizan el número de docentes, funcionarios directivos, personal administrativo y otros gastos del sector. El análisis se realiza para los 32 departamentos y 46 municipios certificados y encuentran que muy pocas entidades se clasifican como eficientes (sólo cuatro departamentos y 18 municipios).

De otro lado, Piñeros (2010) mide el efecto de la Ley 715 de 2001. El autor analiza la eficiencia en la cobertura y en la calidad de la educación. La primera para las coberturas básica y media y la segunda medida con los puntajes en las pruebas del ICFES. Mediante un análisis *DEA*, el autor encuentra que la eficiencia en términos de cobertura se mantuvo relativamente constante entre ambos periodos, mientras que en calidad se incrementó levemente. Aunque los departamentos muestran un margen de mejora en el manejo de sus recursos, los efectos generados por la reforma del 2001 al sector educativo no fueron evidentes.

Más recientemente, Cano (2014) utiliza un análisis *DEA* para estimar la eficiencia del sector educativo en 148 municipios y encuentra relaciones significativas entre la institucionalidad de los municipios y su eficiencia estimada con el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Por otro lado, Galvis (2014) aplica una metodología similar para estudiar el desempeño en el manejo de los recursos del Sistema General de Participaciones (SGP), incluyendo las transferencias nacionales a las entidades territoriales en educación y salud. El estudio encuentra que, para educación, las zonas con mayor prosperidad económica, urbanización y con mayor control sobre los recursos tienden a ser más eficientes.

Hay otros que estudian la eficiencia del sector utilizando como unidad de análisis la institución. Por ejemplo, Barrera y Gaviria (2003) estiman la eficiencia de los colegios públicos y privados del país. En este documento se estima la eficiencia de dichas instituciones con el método *DEA*, usando como producto los puntajes del ICFES, y encuentran que los colegios públicos son relativamente ineficientes en su provisión de calidad educativa. Sin embargo, cuando se incluye como producto la matrícula, la eficiencia mejora. También concluyen que un mayor gasto público en educación suele incrementar la ineficiencia de los recursos educativos para los colegios públicos y privados del país, con excepción de Bogotá. Allí los resultados señalan la presencia de una mayor eficiencia en el manejo de los recursos educativos, frente al resto del país.

Otro estudio sobre la eficiencia de los colegios públicos y privados es el de Iregui, Melo y Ramos (2006), el cual emplea la técnica de frontera estocástica y considera 4.542 colegios en el 2002. Como variable resultado utiliza la categoría del ICFES alcanzada por cada institución, que va desde muy superior hasta muy inferior, y como insumos utilizan la relación alumno/docente, la educación de los maestros y variables de infraestructura educativa para cada plantel. Se consideran variables de

control que pueden incidir en el desempeño educativo. Estas variables son condiciones de entorno que están fuera del alcance de las instituciones educativas, pero pueden afectar su desempeño. Dentro de estas variables se incluyen el ingreso medio de los hogares, la jornada escolar y la naturaleza del colegio, entre otras. Los resultados indican que las variables de entorno inciden de manera significativa en los resultados de los planteles educativos. En términos de eficiencia, los colegios privados se pueden estar beneficiando de condiciones de entorno más favorables frente a los colegios públicos, lo cual explica parcialmente su mejor desempeño.

Las instituciones del nivel superior también han sido estudiadas. Melo, Ramos y Hernández (2014) estiman la eficiencia en las instituciones de educación superior en Colombia, mediante la aplicación de la técnica de frontera estocástica. Se utilizan los puntajes de las pruebas Saber Pro, que les permiten comparar el desempeño educativo de 155 instituciones durante el segundo semestre del 2011. Cada observación refleja un programa educativo para distintos niveles de formación: técnica, tecnológica, normal superior y universitaria. Los resultados señalan que existe margen de mejora en muchas instituciones superiores, cuyas estimaciones de eficiencia muestran una distribución muy heterogénea. Se observa que las variables de entorno influyen en gran medida los resultados, lo cual señala que el desempeño de las instituciones de educación superior puede estar influenciado por las condiciones socioeconómicas de los estudiantes.

Es importante anotar que en la mayoría de los estudios sobre la eficiencia del sector educativo, independientemente de la unidad de análisis, se utilizan funciones de producción para un solo producto. Sin embargo, como se mencionó en la introducción, el sector educativo debe responder por varios resultados, que no son lo suficientemente homogéneos para ser agrupados en un solo producto,

mientras que los insumos utilizados no son fácilmente separables para hacer un análisis independiente para cada producto. En esta medida, el análisis que se realiza en este documento utiliza una función multiproducto, la cual permite medir la eficiencia del sector educativo teniendo en cuenta que los insumos utilizados en el sector pueden incidir simultáneamente en el resultado de varios productos. En particular, el número y la calificación de los docentes, la infraestructura física y en general la inversión pública del sector, afectan tanto los resultados en términos de cobertura educativa, como el desempeño de los estudiantes.

3. Descentralización de la educación en Colombia

Los recursos del SGP para educación se destinan al pago del personal docente y administrativo, a la construcción y mantenimiento de infraestructura, al pago del funcionamiento de las instituciones educativas, y al mejoramiento y promoción de la calidad educativa (Ley 715 de 2001). La administración de estos recursos depende, sin embargo, de que el municipio esté certificado o no. En particular, los municipios *certificados* tienen la autonomía para administrar directamente todos los recursos del SGP, mientras que los municipios *no certificados* administran los recursos de las transferencias que se asignan para el mejoramiento y mantenimiento de la calidad educativa, recursos que son girados directamente a los municipios y las instituciones educativas oficiales, y no se pueden destinar a gastos de personal². Los recursos del SGP para cubrir los pagos de personal de los municipios no certificados son administrados por el departamento, entidad que está a cargo de distribuir entre los municipios la planta de docentes y el personal administrativo de acuerdo con los criterios de población atendida y por atender. No obstante, los municipios no certificados tienen la potestad de trasladar plazas y

² Estos recursos se deben destinar a la dotación de los establecimientos educativos, mantenimiento y adecuación de infraestructura, interventoría y sistemas de información (Ley 715 de 2001).

docentes entre sus instituciones educativas, son responsables de la administración de los recursos asignados para el mantenimiento y mejoramiento de la calidad y pueden participar, al igual que los municipios certificados, con recursos propios en la financiación de los servicios educativos de su localidad.

La Constitución Política creó el SGP para financiar la prestación de los servicios a cargo de los municipios, distritos y departamentos. Además, determinó que tendrán prioridad los servicios de salud, de educación preescolar, primaria, secundaria y media y los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico - APSB. La bolsa general del Sistema General de Participaciones en el año 2015 alcanzó un valor de \$30.8 billones (3,8% del PIB), de los cuales el \$26,1 billones (84,5%) se distribuyó entre los sectores de salud, educación y APSB. El sector educación recibió \$17,3 billones en 2015 (56,3% de la bolsa total) cifra 1,4 veces mayor a los recursos asignados en 2006. Por su parte, el sector salud recibió 1,34 veces más recursos del SGP en 2015 frente a 2006 y el sector APSB 1,31. La mayor velocidad en el crecimiento de los recursos del SGP en el sector educativo se explica porque el Acto Legislativo 04 de 2007 implementó una tasa fija de crecimiento adicional dirigida a la bolsa de educación de la siguiente forma: en 2008 y 2009 el 1,3%, en 2010 el 1,6% y en el periodo 2011-2016 el 1,8%. Este crecimiento le significó al sector educación recursos adicionales por \$3.68 billones en el periodo 2008-2016³.

Teniendo en cuenta la participación en la bolsa general del SGP y el mayor crecimiento de recursos asignados en el periodo 2006-2015, el sector educación es el servicio con mayor grado de descentralización en Colombia. En 2014, la inversión total en el sector educación con todas las fuentes incluyendo el SGP, los

³ Para una descripción detallada sobre los diferentes cambios que la normatividad sobre las transferencias de la Nación a los entes territoriales ha tenido para el sector educativo véase Iregui, Melo y Ramos (2006) y Bonet, Pérez y Ayala (2014).

recursos del Presupuesto General de la Nación, del Sistema General de Regalías y de los recursos propios de las entidades territoriales, fue igual a \$33,8 billones (4,5% del PIB), de los cuales los municipios, distritos y departamentos ejecutaron el 62,6%. En los sectores de Salud y APSB, la inversión realizada por las entidades territoriales representa el 39,7% y 26,1%, respectivamente.

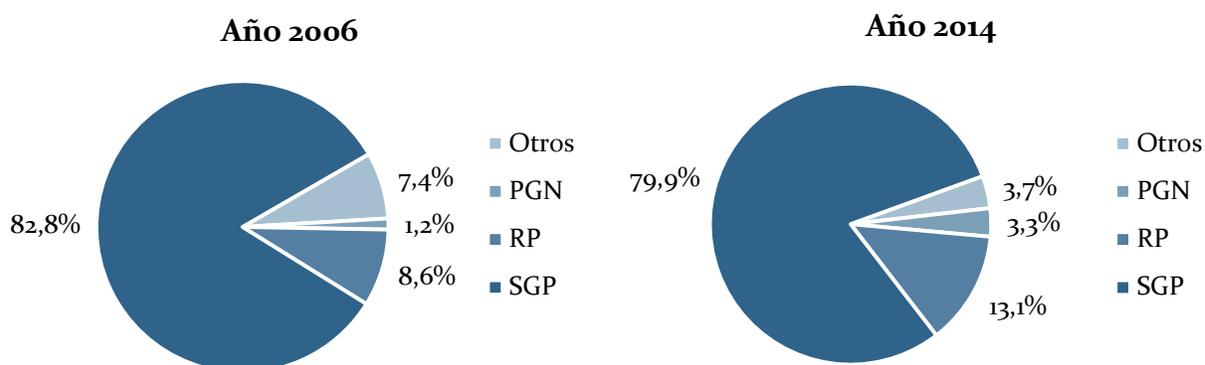
Al descomponer la inversión en educación de las entidades territoriales entre las diferentes fuentes de financiación (Gráfico 1), se observa que los recursos propios aumentaron su participación al pasar del 8,6% en 2006 al 13,1% en 2014. Mientras que el SGP⁴ (incluye el SGP Educación, SGP Alimentación Escolar y SGP Propósito General Libre Destinación y Libre Inversión), disminuyó su participación desde 82,8% en 2006 a 79,9% en 2014. Como se observa en el Gráfico 2, la inversión en educación de las entidades territoriales ha presentado un aumento sostenido en términos reales de cerca del 57,3% entre 2006 y 2014. Lo anterior sugiere que las entidades territoriales han complementado con sus ingresos propios la inversión sectorial. Situación diferente a lo observado en los demás sectores básicos en donde la participación de los ingresos propios disminuyó: en Salud, la participación de ingresos propios pasó del 13,3% en 2006 al 3,4% en 2014; mientras que en APSB pasó del 24% al 18% en los mismos años.

El Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, “Todos por un Nuevo País”, definió como uno de sus pilares de su acción la inversión en el sector educación. Algunos programas particulares son la *Jornada única*, la *Política de Excelencia Docente*, *Incentivos por la Calidad Educativa*, *Colombia Bilingüe*, *Educación Inicial*, *Modernización de la Educación Media*, etc. Programas que tienen un costo aproximado de \$159

⁴ Se incluye dentro del análisis los rubros del SGP para Educación, Alimentación Escolar, Propósito General Libre Destinación y Libre Inversión. Según lo dispuesto por el Art 76 de la Ley 715/2001, todas estas fuentes pueden utilizarse para financiar proyectos de inversión en el sector educativo.

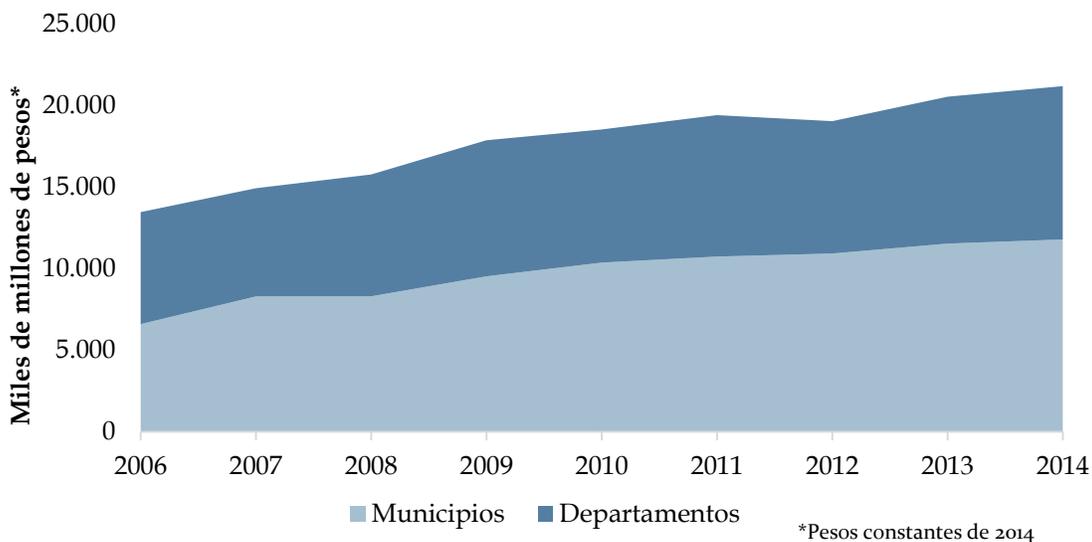
billones en el periodo 2014-2018. De los cuales, las entidades territoriales ejecutarán cerca de \$106 billones correspondiente al 66,8%.

Gráfico 1.
Distribución de la inversión entidades territoriales en el sector educación 2006-2014



Fuente: Elaboración propia con base en el Formulario Único Territorial.

Gráfico 2.
Inversión en el sector educativo 2006-2014



Fuente: Elaboración propia con base en el Formulario Único Territorial.

4. Metodología

Como se mencionó en la introducción, los municipios del país son responsables de la calidad y la cobertura de la educación preescolar, primaria, media y secundaria. Para responder con estas funciones, los municipios cuentan con ingresos de las transferencias del gobierno nacional, administradas directamente por los municipios certificados y por los departamentos en el caso de los municipios no certificados, cuyos recursos son utilizados principalmente para el pago de maestros, alimentación y transporte escolar.

Adicionalmente, los municipios también pueden utilizar recursos propios para atender la provisión de los diferentes servicios públicos. Teniendo en cuenta las diferentes responsabilidades que tienen los municipios en el sector educativo, la metodología propuesta para estimar las medidas de eficiencia técnica considera que los municipios están a cargo de diferentes productos y que los insumos (docentes, infraestructura y otros gastos) son compartidos y conjuntamente determinan el proceso de producción que define los resultados en términos de calidad y cobertura. Esta es la razón por la cual es importante estimar una función multiproducto. El estudio de relaciones uniproducto en contextos donde los insumos son compartidos entre varios productos no tiene en cuenta que los recursos se utilizan en distintos escenarios y con múltiples fines.

La estimación de la eficiencia en el presente documento utilizará el marco teórico provisto por el Análisis de Frontera Estocástica (SFA), en el cual la unidad de análisis, que en este caso es el municipio, provee el servicio de educación, de acuerdo con los insumos de que dispone y a qué tan eficientemente maneja sus recursos. En el Anexo 1 se presenta una descripción general de esta metodología,

que es la base para la estimación de la eficiencia técnica para funciones con múltiples productos.

En la estimación de funciones que utilizan varios insumos para producir múltiples productos, no es posible utilizar el SFA de forma convencional. Esto sucede porque las medidas de eficiencia deben incorporar varias dimensiones, y no un único producto o insumo. En la literatura empírica, una herramienta econométrica que tradicionalmente ha sido usada para medir la eficiencia técnica en estos casos son las funciones de distancia⁵, las cuales pueden estar orientadas a los insumos o a los productos. Una función con un enfoque en insumos indica la cantidad máxima en la que un vector de insumos puede ser “radialmente” contraído sin que se afecte el vector de productos. Por su parte, una función de distancia con un enfoque en los productos provee la cantidad mínima en la que un vector de productos puede ser “radialmente” contraído y aún ser viable su producción con un vector dado de insumos (Melo y Espinosa, 2006).

No obstante, en la literatura reciente se ha demostrado que las funciones de distancia presentan problemas de endogeneidad desde el punto de vista de la teoría económica. Kumbhakar (2013) encuentra que al resolver el sistema de ecuaciones resultante de la maximización de las funciones con múltiples productos o insumos, la solución de equilibrio es endógena⁶. Para resolver este problema, el autor propone una estimación de la eficiencia en dos etapas. La primera consiste en la estimación de la función de producción utilizando variables instrumentales y la

⁵ Para más información sobre las funciones de distancia, véase Kumbhakar y Lovell (2000) y Coelli y Perelman (2000).

⁶ Kumbhakar (2013) muestra que el sistema de ecuaciones de primer orden provenientes de la maximización del producto o la minimización del costo, con funciones de múltiples productos e insumos, contiene $J + M - 1$ ecuaciones, donde J es el número de insumos y M el número de productos. Sin embargo, el número de variables endógenas del modelo es $J + M$, por lo que una de las soluciones de equilibrio queda siempre en función de una variable endógena.

segunda en la estimación de la eficiencia usando el residuo de la primera. Como instrumentos se utilizan los rezagos en dos periodos inmediatamente anteriores. Para identificar si esta estrategia contribuye a la solución del problema, se corren las pruebas de endogeneidad correspondientes.

El análisis de eficiencia desarrollado por Kumbhakar (2013) parte de la siguiente tecnología de producción, que considera M productos y J insumos:

$$A = f(\theta x, \lambda y) = 1 \quad (1)$$

Donde x es un vector de J insumos y y un vector de M productos; A captura el efecto de choques que afectan la tecnología de producción y la función $f(\theta x, \lambda y)$ representa la función de transformación, la cual incorpora las relaciones entre insumos y productos de la tecnología de producción.⁷ Los parámetros θ y λ capturan la posible ineficiencia técnica de las unidades de producción. Cuando $\theta < 1$, los insumos se podrían reducir en una porción igual a $\theta - 1$ y aun así mantener la misma cantidad del producto. De otro lado, cuando $\lambda > 1$ la producción se podría incrementar en una porción igual a $\lambda - 1$ con la misma cantidad de insumos utilizados.

En el análisis se utiliza una forma funcional trans-logarítmica, en la que las interacciones producto-producto, insumo-insumo e insumo-producto afectan los resultados de la estimación. Esta es una versión amplificada de una función Cobb-Douglas⁸. Al reescribir los vectores $\theta x, \lambda y$ como x^*, y^* , la función de transformación trans-logarítmica queda de la siguiente manera:

⁷ Dado que todos los productos se pasaron al mismo lado de los insumos, esta función es igual a 1. Para más información sobre la función de transformación, ver Kumbhakar (2013).

⁸ Para evaluar la conveniencia de una especificación general tipo trans-logarítmica contra la versión más específica Cobb-Douglas, se realizan pruebas de especificación del modelo.

$$\ln f(x^*, y^*) = \sum_m \alpha_m \ln y_m^* + \frac{1}{2} \sum_m \sum_n \alpha_{mn} \ln y_m^* \ln y_n^* + \sum_j \beta_j \ln x_j^* + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \beta_{jk} \ln x_j^* \ln x_k^* + \sum_m \sum_j \delta_{mj} \ln y_m^* \ln x_j^* \quad (2)$$

Esta función es estándar para múltiples productos e insumos, y tiene en cuenta todas las posibles interacciones entre las variables dentro de la especificación del modelo. Para obtener la ecuación estimable se hacen los siguientes supuestos sobre los parámetros del modelo: i) se asume que el origen de la ineficiencia es únicamente de tipo producto, por lo que se normaliza el parámetro $\theta = 1$; ii) se asume homogeneidad de grado uno en los productos, esto es $\sum_m \alpha_m = -1$; iii) se asume que la variable dependiente no presenta interacciones con los otros productos de modelo, es decir, $\sum_m \alpha_{mn} = 0$; y iv) se asume que la variable dependiente no presenta interacciones con los insumos del modelo, esto implica $\sum_m \alpha_{mj} = 0$. Las anteriores normalizaciones y supuestos permiten obtener la siguiente ecuación estimable:

$$\ln y_1 = \ln A + \sum_j \beta_j \ln x_j + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \beta_{jk} \ln x_j \ln x_k + \sum_{m=2} \alpha_m \ln \hat{y}_m + \frac{1}{2} \sum_{m=2} \sum_{n=2} \alpha_{mn} \ln \hat{y}_m \ln \hat{y}_n + \sum_j \sum_{m=2} \delta_{mj} \ln x_j \ln \hat{y}_m + u \quad (3)$$

Donde la variable dependiente es uno de los productos del modelo. Los productos restantes se normalizan utilizando el producto seleccionado como variable dependiente, $\hat{y}_m = y_m/y_1$, los cuales se incluyen en la regresión como variables independientes, así como las interacciones entre ellos. Los insumos, sus interacciones y las interacciones con los productos también se incluyen en la estimación. Por último, el término de error, $u = -\ln \lambda$, contiene el parámetro de ineficiencia técnica de los productos que se desea estimar.

Como se mencionó, para resolver la endogeneidad de la ecuación (3), Kumbhakar (2013) propone que su estimación se realice en dos etapas. La primera consiste en la estimación de la ecuación (3) utilizando variables instrumentales para los insumos. En el modelo orientado a producción, los insumos son las variables endógenas por lo que en la primera etapa requieren de instrumentos. En la segunda etapa se estima el modelo de frontera estocástica, utilizando como única variable el residuo obtenido de la primera etapa. Este residuo contiene la información de la ineficiencia, pero luego de corregir los problemas de endogeneidad intrínseca en la ecuación (3). De esta forma se obtienen las estimaciones de eficiencia para cada observación.

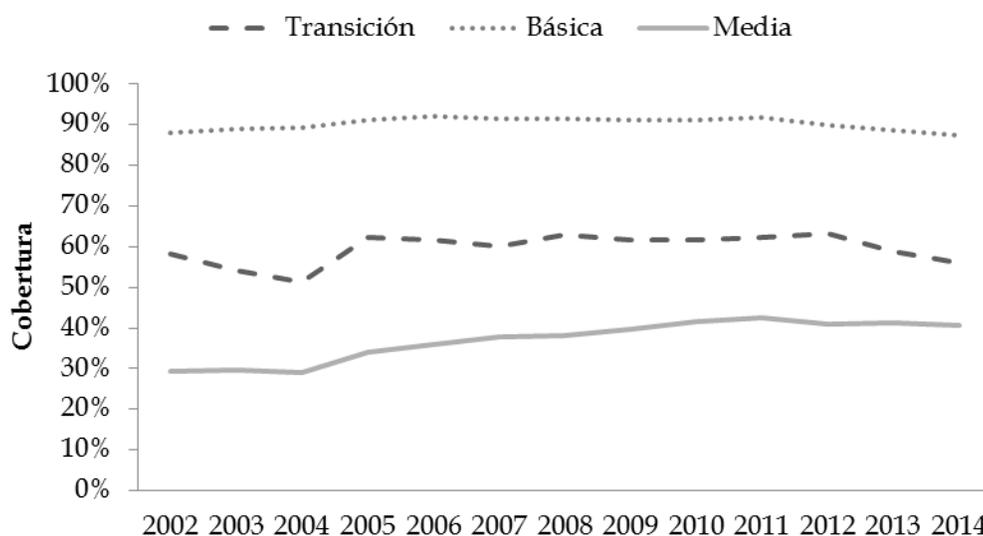
5. Datos

La metodología propuesta se aplicará utilizando una base de datos municipal para el periodo 2007-2014, que consta de tres grupos de variables: productos, insumos y variables de control, de acuerdo con la función de producción a estimar. Los productos miden el desempeño de los municipios en la prestación de los servicios educativos. Los insumos son los requerimientos necesarios para llevar a cabo el proceso educativo. Los controles son variables exógenas al modelo o de tipo ambiental que pueden afectar el desempeño municipal, los cuales no forman parte de la gestión educativa del municipio, y no están bajo el control de las autoridades.

Para medir los resultados y el avance en el sector educativo, se utilizan indicadores de cobertura y calidad. El mantenimiento y la ampliación de la cobertura es una de las funciones asignadas a las entidades territoriales. Esta variable se normaliza por el número de estudiantes en edad escolar, lo cual tiene la ventaja de evitar un efecto de escala en el análisis, ya que captura los avances en la “cantidad” de la educación provista por el municipio sin estar afectada por el tamaño de la

población municipal⁹. Como se mencionó, las entidades territoriales están a cargo de la educación de transición, básica (cinco grados de primaria y cuatro de secundaria) y media (dos grados de secundaria que culminan con el título de bachiller). La evolución de las coberturas netas para estos niveles educativos durante el periodo 2002 - 2014, se presentan en el Gráfico 3¹⁰.

Gráfico 3.
Coberturas netas en Colombia por nivel educativo 2002-2014



Fuente: elaboración propia con base en las estadísticas del Ministerio de Educación Nacional.

La cobertura en educación básica se ha ubicado alrededor del 90% desde comienzos del año 2000, en parte debido a los mayores esfuerzos territoriales desde la década de 1990, cuando la Constitución Política de 1991 le otorgó a los departamentos y municipios la provisión de la educación primaria y secundaria.

⁹ Al utilizar la matrícula educativa en el sector oficial, municipios con más población tendrían una mayor matrícula asociada al tamaño del municipio, lo que no significa mejores resultados en términos de la cobertura del sector, que es el objetivo asignado a las entidades territoriales.

¹⁰ La cobertura neta es el porcentaje de estudiantes matriculados en un nivel o grado educativo que tienen la edad para cursarlo.

De otro lado, la cobertura en transición se ha ubicado cerca del 60% y la cobertura en educación media, es la que más rezago presenta. Si bien la tasa de cobertura de este nivel de enseñanza se incrementó de 30% en el 2002 al 40% en 2014, todavía muestra un margen considerable de mejora y una gran dispersión entre los municipios del país. Por esta razón, los esfuerzos territoriales en cobertura se deberían concentrar en la educación media y para el análisis de eficiencia se usará esta cobertura como medida de resultado del sector.

La calidad de la educación se mide usando los resultados de las pruebas Saber 11 para las instituciones educativas oficiales¹¹. Los resultados de estas pruebas permiten estudiar el desempeño de la educación del país por municipio. Tradicionalmente se han realizado para ocho áreas del conocimiento: matemáticas, lenguaje, ciencias sociales, filosofía, biología, química, física e inglés. Desde el 2014, a raíz de un cambio en la metodología de evaluación, las pruebas se realizan sólo para cinco áreas: matemáticas, lectura crítica, inglés, ciencias naturales y competencias ciudadanas. Teniendo en cuenta el cambio de la metodología en el tiempo, se proponen tres medidas relativas de calidad, derivadas de los puntajes en las pruebas Saber 11. En particular, se utilizarán los puntajes promedio para todas las áreas y los puntajes en matemáticas y lectura, en forma independiente¹². El Cuadro 1 contiene las estadísticas descriptivas para los puntajes promedio de las áreas, en matemáticas y en lenguaje de las pruebas Saber 11.

¹¹ En este momento hay pruebas Saber para los grados 3, 5, 7 y 9. Sin embargo, su disponibilidad en el tiempo es menor que las Saber 11. Las pruebas Saber 5 y 9 se realizaron cada tres años desde el 2002 hasta el 2012. Las Saber 3 inician en el 2012 y las Saber 7 en el 2015.

¹² Estas pruebas son reconocidas en la literatura internacional por la importancia que tienen en la preparación de los estudiantes para la vida en la sociedad moderna, al ser herramienta esenciales a la hora de afrontar desafíos personales, profesionales, sociales y científicos de la vida OECD (2013).

Cuadro 1.
Estadísticas descriptivas de los puntajes municipales Saber 11 2007-2014

Variable	Observaciones	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Promedio áreas	8.024	44,044	3,035	32,920	58,475
Matemáticas	8.024	44,435	3,518	20,440	61,642
Lenguaje	8.024	45,346	2,837	29,000	58,800

Fuente: elaboración propia con base en las estadísticas del Ministerio de Educación Nacional.

Las pruebas Saber 11 han presentado cambios en la estructura metodológica que no permiten la comparación de los puntajes en distintos periodos de tiempo (ICFES, 2013; MEN, 2015). Por esta razón, en el análisis empírico se usan medidas de calidad relativa derivadas de la distribución de los puntajes. Siguiendo la metodología de Melo, Ramos y Hernández (2014), los municipios se clasifican de acuerdo con su posición relativa en siete categorías, para cada año, de la siguiente manera: i) municipios con puntajes que estén 2,5 desviaciones estándar (*ds*) por debajo de la media se clasifican en la categoría 1; ii) municipios con puntajes entre 2,5 y 1,5 *ds* por debajo de la media se clasifican en la categoría 2; iii) municipios con puntajes entre 1,5 y 0,5 *ds* por debajo de la media se clasifican en la categoría 3; iv) municipios con puntajes entre 0,5 *ds* por debajo y 0,5 *ds* por encima de la media se clasifican en la categoría 4; v) municipios con puntajes entre 0,5 y 1,5 *ds* por encima de la media se clasifican en la categoría 5; vi) municipios con puntajes entre 1,5 y 2,5 *ds* por encima de la media se clasifican en la categoría 6; vii) municipios con puntajes por encima de 2,5 *ds* se clasifican en la categoría 7. Esto se realiza para la distribución de los puntajes en cada año del periodo de análisis.

Para probar la consistencia de los resultados, se usa además una medida alternativa de la calidad educativa municipal, que se construye utilizando la distribución de los estudiantes en las categorías definidas por el ICFES en cada

municipio (muy superior, superior, alto, medio, bajo, inferior y muy inferior). Por municipio se pondera el porcentaje de estudiantes que se clasificó en cada una de las categorías, por un número entre uno y siete, donde siete pondera a la categoría más alta (muy superior) y uno a la más baja (muy inferior).

Es importante anotar que las variables utilizadas para medir la calidad educativa, al ser derivadas de las distribuciones de los puntajes del ICFES, son relativas. Esto hace que la interpretación de la eficiencia sea distinta a la que resultaría de una medida absoluta, como en el caso de la cobertura. Para una medida relativa, la eficiencia estimada refleja el avance en la distribución de la variable que podría alcanzarse si el municipio manejase eficientemente sus recursos. Con una medida absoluta, la eficiencia indica las posibles ganancias que podrían obtenerse en el indicador de resultado mismo. Para el caso particular de la cobertura, las pérdidas por ineficiencia representan valores de cobertura no alcanzados.

Por esta razón, no es posible hacer comparaciones entre los resultados obtenidos de los ejercicios que utilizan como variable dependiente las medidas de calidad con aquellos obtenidos del modelo que utiliza la cobertura, más aún si se tiene en cuenta que los resultados son específicos a la muestra utilizada en la estimación de cada frontera de producción. De esta forma, como lo sostiene Kumbhakar (2013, pp. 472), “lo que es verdadero en un conjunto de datos probablemente no es verdadero para otros datos”.

Los insumos utilizados en la provisión de la educación se agrupan en tres variables. La primera es el número de docentes que laboran en cada uno de los municipios en las instituciones del sector público¹³. La segunda es una variable de

¹³ Teniendo en cuenta que los municipios no certificados no son responsables del pago directo de los docentes, el uso de esta variable permite tratar en el modelo a los municipios certificados y a los no certificados de forma indistinta.

infraestructura educativa, la cual se mide como los metros cuadrados de área construida en las instituciones públicas. La tercera agrupa los pagos realizados en el resto de insumos utilizados en el sector, la cual incluye gastos en alimentación y transporte escolar, gastos para el mantenimiento y dotación de la infraestructura educativa, y los contratos con instituciones privadas. Esta variable se incluye en pesos constantes del año 2014. Las dos primeras variables fueron obtenidas del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la tercera se obtuvo del Formulario Único Territorial (FUT), información proporcionada por el DNP. Para evitar problemas de heteroscedasticidad, los diferentes insumos fueron normalizados por el número de estudiantes matriculados en instituciones oficiales en los diferentes niveles de enseñanza a cargo de las entidades territoriales¹⁴. El Cuadro 2 resume las estadísticas descriptivas de los insumos empleados en los diferentes modelos.

Cuadro 2.
Estadísticas descriptivas de los insumos y controles 2007-2014

Variable	Obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Docentes/alumno	8.251	0,046	0,013	0,016	0,159
M2/alumno	7.980	2,184	1,711	0,000	19,582
Gasto resto insumos/alumno (en miles de pesos constantes)	8.251	338,790	439,587	0,000	6.649,823
Tipología*	8.808	4,674	1,378	1,000	7,000
Certificación en educación	8.808	0,051	0,220	0,000	1,000
Presencia de grupos armados	8.808	0,309	0,462	0,000	1,000
Índice de ruralidad	8.805	0,566	0,239	0,001	0,983

Fuente: Cálculos de los autores con base en información del Departamento Nacional de Planeación.

*La tipología se encuentra ordenada de tal forma que los valores más bajos (1) reflejan las mejores condiciones.

¹⁴ Se eliminaron las observaciones que estaban muy por encima o por debajo del promedio de cada variable. Estas observaciones sesgaban la distribución y dificultaban la convergencia del modelo.

Finalmente, en el modelo se incluyen variables de control, las cuales pueden afectar los resultados de la provisión de la educación municipal. La primera es la “tipología” de los municipios, definida por el Departamento Nacional de planeación (DNP). Esta variable reúne distintas características socioeconómicas e institucionales de los municipios y los ordena en siete grupos distintos (tipologías A a G). Para su construcción se tuvieron en cuenta seis dimensiones diferentes que permiten agrupar a los municipios con condiciones de desarrollo similares. Estas variables incluyen condiciones de tipo: i) urbano-regionales; ii) sociales; iii) económicas, iv) ambientales; v) institucionales y vi) de seguridad. Las tipologías A y B contienen 68 municipios, que presentan un entorno de desarrollo favorable. Las tipologías C, D y E incluyen 712 municipios, caracterizados por un entorno de desarrollo intermedio. Las tipologías F y G contienen 320 municipios, caracterizados por un entorno de desarrollo temprano¹⁵.

Adicionalmente, se incluyen como controles las condiciones de violencia del municipio, para lo cual se utiliza una variable dicótoma que toma el valor de 1, si en el municipio hay presencia de grupos armados al margen de la Ley; el índice de ruralidad del municipio y la región geográfica de localización. Estas variables se obtuvieron del panel municipal del Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE) de la Universidad de Los Andes. También se tuvo en cuenta si el municipio poseía la certificación en educación o no.

6. Resultados

Siguiendo la metodología propuesta, la estimación de las medidas de eficiencia se realiza en dos etapas. En la primera, con el fin de corregir los problemas de endogeneidad, se estima la función de producción con variables instrumentales

¹⁵ Una descripción más detallada sobre las tipologías de los municipios se encuentra en DNP (2015).

para los diferentes modelos alternativos, los cuales varían por el producto que se tome como referencia, y en la segunda se realiza la estimación de la frontera estocástica utilizando el residuo obtenido de la primera etapa. Los resultados de la primera etapa para los cinco modelos estimados utilizando como referencia las diferentes medidas de calidad (puntajes promedio, en matemáticas, en lenguaje y la distribución de los estudiantes en cada una de las categorías) y de cobertura (cobertura neta en educación media) se presentan en el Anexo 2. Las pruebas de endogeneidad y las pruebas de especificación del modelo entre su versión translog y la función más simplificada Cobb-Douglas se presentan en el Anexo 3, para los diferentes modelos estimados.

Los resultados de las estimaciones de la primera etapa para los coeficientes de primer orden en general tienen los signos esperados. No obstante, se puede destacar que en los modelos que usan los indicadores de calidad como variable de referencia, el insumo más importante en términos de efecto y significancia es el número de docentes por alumno, resultado consistente con varios estudios que destacan la importancia de esta variable en los resultados académicos de los estudiantes¹⁶. De otro lado, como era de esperarse, en el modelo que utiliza el indicador de cobertura, el insumo más importante es la infraestructura, medida como los M² por estudiante, variable que tiene un efecto positivo y significativo sobre las tasas de cobertura neta de la educación media.

Con respecto a las variables ambientales, se puede destacar que la tipología tiene un coeficiente negativo y significativo tanto en los modelos de calidad como de cobertura, sugiriendo la importancia del entorno en el desempeño del sector

¹⁶ Aunque en la literatura no hay un consenso sobre el impacto del tamaño de la clase sobre los resultados de logro de los estudiantes, varios estudios han destacado las ganancias en términos de logro escolar que se consiguen al reducir el tamaño de la clase. Para un resumen de esta literatura véase Krueger (2003).

educativo municipal. Por la forma como está medida la variable (el entorno de desarrollo disminuye con la tipología), el resultado sugiere que entornos positivos favorecen el logro de los objetivos del sector. De otro lado, la presencia de grupos al margen de la ley en el municipio afecta en forma negativa y significativa las tasas de cobertura en la educación media¹⁷. El coeficiente positivo de la variable de certificación en los diferentes modelos indica que en promedio los municipios certificados obtienen mejores resultados en términos de calidad y cobertura, frente a los que no lo están.

A partir de la estimación de las fronteras de producción, en la segunda etapa se calculan las medidas de ineficiencia técnica para todos los municipios. Las estadísticas de la eficiencia obtenida para los diferentes modelos se presentan en el Cuadro 3, con y sin variables de control (presencia de grupos armados en el municipio, tipología, índice de ruralidad, certificación y región), con el objetivo de explorar posibles causas de ineficiencia para los municipios.

Si bien a partir de estos resultados se podría concluir que la provisión de servicios educativos de calidad ha sido más eficiente que la provisión de una mayor cobertura, esta comparación no debe hacerse por dos razones. La primera es la diferencia en la naturaleza de los indicadores de la variable utilizada como producto. En particular, la calidad se mide con indicadores relativos a la posición en la distribución, mientras que la cobertura es una medida absoluta. Esta diferencia en la naturaleza de los indicadores conlleva a interpretaciones diferentes de las eficiencias estimadas. La segunda es que cada uno de los modelos

¹⁷ Este resultado puede tener varias explicaciones, las cuales podrían estar originadas en el efecto que la presencia de diferentes grupos armados han tenido sobre las decisiones de las autoridades municipales en términos de gasto en educación, o sobre las decisiones de los jóvenes de matricularse o no en el sistema educativo. El impacto sobre los diferentes agentes que intervienen en el proceso educativo requeriría de un estudio más detallado sobre el tema, que va más allá de los objetivos de esta investigación.

propuestos conlleva a la estimación de una frontera independiente. Las estimaciones de eficiencia, independientemente de la naturaleza de sus variables, no pueden compararse entre fronteras. Por esta razón, en este ejercicio no es posible asegurar que los municipios sean más eficientes en calidad o en cobertura, dado que las fronteras estimadas para cada modelo son independientes. Teniendo esto en cuenta, el análisis de los resultados se realiza viendo las diferencias en las medidas de eficiencia *entre* grupos de municipios *dentro* de cada frontera, como por ejemplo municipios certificados y no certificados, municipios en distintas regiones y municipios con diferentes entornos de desarrollo.

Cuadro 3.

Estadísticas descriptivas de las estimaciones de eficiencia educativa 2007-2014

Variable educativa	Controles	Obs.	Promedio	Desv.	Mínimo	Máximo
Distribución con puntaje promedio	No	6.422	0,820	0,115	0,189	0,987
	Sí	6.422	0,807	0,125	0,176	0,988
Distribución con puntaje en matemáticas	No	6.425	0,835	0,105	0,161	0,986
	Sí	6.425	0,823	0,113	0,144	0,987
Distribución con puntaje en lenguaje	No	6.416	0,836	0,114	0,157	0,989
	Sí	6.416	0,819	0,122	0,135	0,986
Indicador alternativo	No	4.965	0,845	0,104	0,168	0,987
	Sí	4.965	0,832	0,117	0,195	0,988
Cobertura media	No	6.459	0,807	0,072	0,074	0,979
	Sí	6.459	0,693	0,142	0,058	0,964

Fuente: cálculos propios.

Para medir la consistencia del modelo multiproducto en dos etapas propuesto por Kumbhakar (2013), se estiman los modelos propuestos en sus versiones endógenas, sin instrumentar los insumos con sus rezagos. Un modelo con problemas de endogeneidad produce coeficientes sesgados que pueden afectar las medidas de eficiencia obtenidas a partir de la estimación de la segunda etapa. Se encuentra que para el modelo que usa como variable dependiente la tasa de cobertura, la

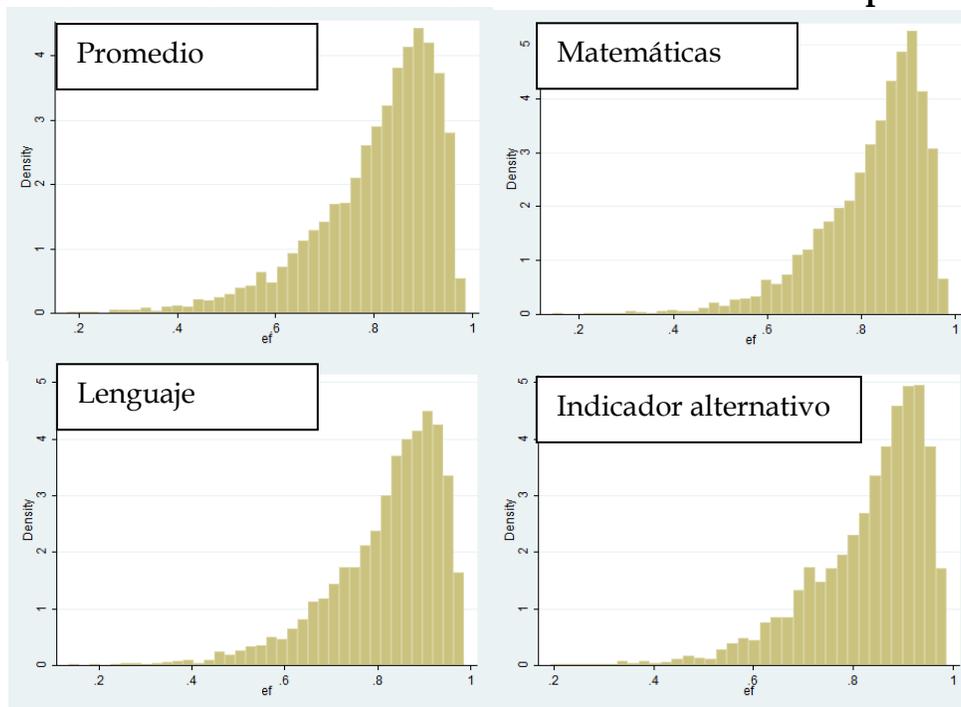
eficiencia promedio se mantiene en 0,7, pero en el modelo que usa el indicador de calidad relativo de la distribución de los puntajes promedio se incrementa a 0,9. En este caso, para el modelo de cobertura el sesgo en los coeficientes no genera cambios significativos en las estimaciones de eficiencia, pero en el modelo de calidad se observa un incremento de 0,08 en la eficiencia promedio de los municipios.

Los resultados también se comparan con los modelos estimados en sus versiones uniproducto. Esto se hace estimando las regresiones de cada frontera, en una sola etapa, utilizando una función de producción estándar de un producto. Cada frontera se corre con los mismos insumos propuestos. Los resultados son los mismos que los obtenidos en los modelos en los que no se corrige la endogeneidad. Esto refuerza la importancia de usar un modelo multiproducto que corrija la endogeneidad económica de los insumos y permita incorporar varios productos en su estimación.

Las medidas de eficiencia indican que los municipios colombianos tienen espacio para mejorar el desempeño del sector mediante un uso más eficiente de los recursos disponibles, entre los que se encuentran la planta de docentes, la infraestructura educativa y la inversión en educación. Si bien una mayor inversión de recursos puede contribuir a mejorar el desempeño del sector, los resultados señalan que con un uso más eficiente de los recursos que se disponen es posible alcanzar mejores logros educativos. No obstante, es importante destacar que los resultados muestran gran heterogeneidad en el desempeño de los municipios del país. En efecto, la eficiencia para las variables de calidad y cobertura fluctúa entre un mínimo de 0,1 y un máximo de 0,909.

Con respecto al efecto de las variables ambientales sobre las medidas de eficiencia, se observa que es mayor en el modelo que considera la cobertura como variable dependiente. En efecto, los controles reducen la eficiencia promedio de 0,8 a 0,7, resaltando la importancia de incluir estas variables en la estimación de los modelos, ya que de una u otra forma afectan la gestión de los municipios y no tenerlas en cuenta puede sesgar las estimaciones de eficiencia. Los resultados en términos de cobertura evidencian opciones de mejoramiento. Reducir la ineficiencia en el sector contribuiría a disminuir la brecha actual entre las coberturas de educación básica y media, teniendo en cuenta que mientras la primera está cerca del 90%, la segunda alcanza apenas el 40%.

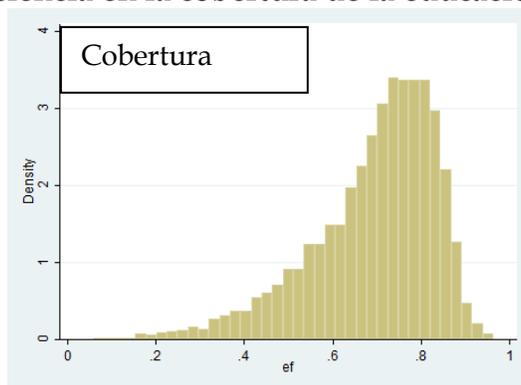
Gráfico 4.
Distribuciones de eficiencia en la calidad de la educación municipal 2007-2014



Fuente: cálculos propios.

En los Gráficos 4 y 5 se presentan las distribuciones de las medidas de eficiencia obtenidas para los diferentes modelos, los cuales incluyen las variables de control. En todos los casos, los municipios tienden a estar concentrados cerca de la eficiencia promedio, aunque se observa dispersión en los datos, si se tiene en cuenta que la desviación estándar alcanza en promedio 0,1 en los diferentes modelos. De otro lado, se puede observar que las distribuciones de las medidas de eficiencia obtenidas de los diferentes modelos son bastante similares, indicando que los resultados son robustos a los modelos alternativos y al uso de las distintas medidas de calidad consideradas en el análisis.

Gráfico 5.
Distribuciones de eficiencia en la cobertura de la educación municipal 2007-2014



Fuente: cálculos propios.

Finalmente, se realiza un análisis exploratorio del comportamiento de las medidas de eficiencia para diferentes grupos de municipios con características similares, considerando que la metodología permite estimar las medidas para cada uno de los municipios del país. Un análisis más riguroso sobre el efecto de las características por las que se agrupan los municipios podría requerir del uso de metodologías más especializadas, que contemplen el impacto de estas características sobre el desempeño de los municipios. El objetivo de este análisis exploratorio es identificar algunos posibles patrones de desempeño. En particular, las medidas de eficiencia fueron agrupadas teniendo en cuenta si el municipio está

o no certificado, el entorno de desarrollo (tipologías), la dependencia de las transferencias de la nación y la región en la que se encuentra. En todos los casos se calculan las estadísticas descriptivas de la variable y las diferencias de media.

6.1. Certificación en educación

Para el caso colombiano es de particular interés explorar si la descentralización y la autonomía que tienen las autoridades en el sector educativo han generado mejoras en la eficiencia en el manejo de los recursos. En esta sección se busca observar si, a modo de tendencia, hay una diferencia en el desempeño de los municipios certificados frente aquellos que no lo están. El número de municipios certificados varía cada año entre 50 y 60 municipios, de acuerdo con el cumplimiento de los requisitos exigidos por el Ministerio de Educación Nacional. Es de anotar que los municipios con más de 100.000 habitantes son certificados automáticamente, mientras que los requisitos para otorgar la certificación en educación a los municipios con menos de 100.000 habitantes son: i) un plan de desarrollo municipal armónico con las políticas nacionales, el cual debe contener metas anuales puntuales que permitan su evaluación y ser coherente con las políticas nacionales y departamentales en materia de educación; ii) establecimientos educativos bien identificados y organizados bajo los términos descritos en el artículo 9 de la ley 715 de 2001. El municipio debe presentar un directorio de instituciones educativas y un mapa con sus respectivas localizaciones; y iii) una planta de personal definida bajo los parámetros nacionales estipulados por la ley

715 de 2001. La planta debe cumplir con los lineamientos técnicos del Decreto 3020 del 2002 y debe demostrarse que es viable en términos financieros¹⁸.

El Cuadro 4 presenta las estadísticas descriptivas de las medidas de eficiencia obtenidas para los municipios certificados y los no certificados, para los diferentes modelos con indicadores de calidad y cobertura. La última columna del cuadro muestra un estadístico de diferencia de medias que permite comparar si la eficiencia promedio de los municipios certificados es estadísticamente distinta de los no certificados. En todos los casos, la diferencia de medias es estadísticamente significativa, indicando que en promedio los certificados son más eficientes. Esto sugiere que la certificación puede contribuir a mejorar la eficiencia en la provisión de la educación. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, esta es una observación que surge de un análisis exploratorio de los resultados. Es posible que haya otros factores que contribuyan a mejorar la eficiencia en educación de los municipios.

La certificación educativa del municipio puede contribuir a la eficiencia del sector de dos maneras. La primera y más evidente es que la mayor autonomía fiscal de los municipios certificados contribuye a mejorar la gestión de los recursos educativos: la planta de docentes, la infraestructura física y el gasto del sector. La segunda es que el mismo proceso de certificación, mediante el cumplimiento de los requisitos establecidos por el MEN por parte de las entidades municipales, contribuye a mejorar la organización y transparencia respecto a la planeación, ejecución y evaluación de las políticas educativas en los territorios, que a su vez se van a ver reflejadas en mejores resultados.

¹⁸ Los requisitos fueron estipulados por el Decreto 2700 del 2004. Una guía práctica con su descripción se puede consultar en el MEN: http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81012_archivo_pdf.pdf

Cuadro 4.
Estadísticas descriptivas de la eficiencia educativa por estado de certificación
2007-2014

Variable educativa	Certificación	Promedio	Desv.	Diferencia de medias	
				Estadístico	P-valor
Distribución con puntaje promedio	Sí	0,895	0,088		
	No	0,802	0,125	18,551	0,000
Distribución con puntaje en matemáticas	Sí	0,897	0,081		
	No	0,819	0,113	17,358	0,000
Distribución con puntaje en lenguaje	Sí	0,915	0,093		
	No	0,813	0,122	19,424	0,000
Indicador alternativo	Sí	0,904	0,094		
	No	0,827	0,116	12,700	0,000
Cobertura media	Sí	0,802	0,104		
	No	0,687	0,142	19,662	0,000

Fuente: cálculos propios.

El cumplimiento de los requisitos por parte de los municipios que buscan la certificación educativa puede contribuir a mejorar la eficiencia en el manejo de los recursos. En este sentido, podría esperarse que una entidad territorial con un plan de desarrollo estructurado que pueda ser evaluado en el tiempo, establecimientos educativos bien organizados y una planta de personal financieramente viable que cumpla con los requisitos académicos adecuados, pueda desempeñarse mejor que una entidad que no cumple con estas características.

6.2. Entorno de desarrollo

Al examinar los resultados por tipología se observan diferencias considerables en las estimaciones. Como se mencionó, la tipología agrupa diferentes dimensiones del entorno de los municipios, incluyendo variables económicas, institucionales y sociales. Tipologías más altas revelan condiciones de desarrollo más favorables. El Cuadro 5 presenta las estimaciones promedio de las medidas de eficiencia agrupadas por tipología, para los diferentes modelos. Se puede observar que a

medida que disminuye la tipología (el entorno es menos favorable) la eficiencia promedio también lo hace, lo cual sugiere que condiciones sociales, institucionales y de seguridad más favorables tienen un efecto positivo sobre la eficiencia en el manejo de los recursos educativos. En otras palabras, municipios con entornos de desarrollo menos favorables tendrán una eficiencia condicionada frente a municipios con mejores condiciones.

Cuadro 5.
Eficiencia promedio por entorno de desarrollo 2007-2014

Variable educativa	Robusto		Intermedio			Temprano	
	A	B	C	D	E	F	G
Distribución con puntaje promedio	0,919***	0,911***	0,867	0,836	0,790	0,756	0,701
Distribución con puntaje en matemáticas	0,916***	0,912***	0,877	0,849	0,809	0,774	0,724
Distribución con puntaje en lenguaje	0,936***	0,939***	0,893	0,852	0,797	0,755	0,699
Indicador de calidad	0,924***	0,929***	0,887	0,856	0,817	0,785	0,735
Cobertura media	0,846	0,828	0,778	0,734	0,678	0,615	0,531

Fuente: cálculos propios.

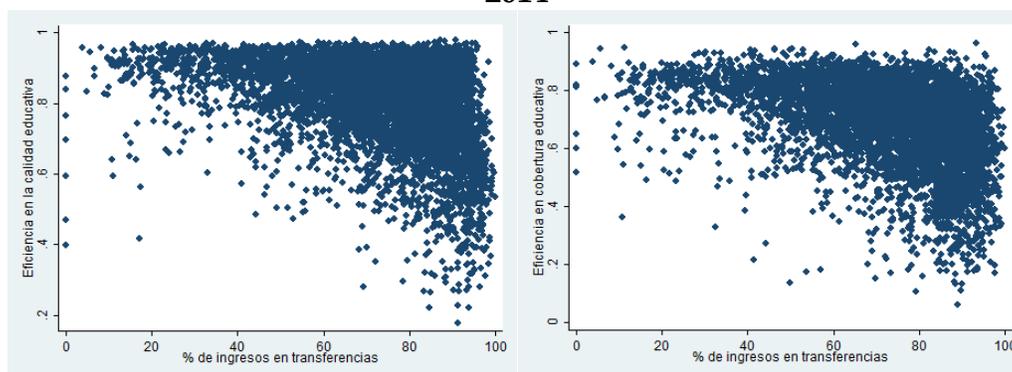
Se realizaron pruebas de diferencias de medias para los valores promedio de eficiencia en cada una de las versiones del modelo. Los asteriscos indican los valores que, para cada modelo, no son estadísticamente diferentes al 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

6.3. Dependencia de los recursos del SGP

En esta sección se explora si existe una relación entre la eficiencia educativa y la dependencia fiscal del municipio ante los recursos provenientes del gobierno nacional. Entidades con mayor dependencia fiscal de las transferencias cuentan con menos recursos propios para invertir en políticas y programas que busquen ampliar la cobertura y la calidad de la educación, más allá de lo que les permiten los recursos provenientes del SGP. El Gráfico 6 muestra la relación entre las medidas de eficiencia obtenidas de los modelos de calidad y cobertura educativa, y

el porcentaje de recursos municipales provenientes de las transferencias. Esta última variable se obtuvo del panel CEDE de la Universidad de los Andes para los mismos años de la muestra.

Gráfico 6.
Eficiencia educativa promedio y porcentaje de recursos de transferencias 2007-2014



Fuente: elaboración propia con datos municipales del Panel CEDE.

La correlación entre las medidas de eficiencia obtenidas de los modelos de calidad y cobertura educativa, y el indicador de dependencia de las transferencias es de $-0,36$ y $-0,39$, respectivamente, lo que denota una relación negativa entre los dos grupos de variables. El Gráfico 6 muestra que a medida que se incrementa la participación de las transferencias en los ingresos totales, se aumentan los casos de municipios con medidas de eficiencia bajas. Adicionalmente, la dispersión de las observaciones también se incrementa, lo cual conduce a que la correlación no sea muy alta. Estos resultados indican que hay una relación negativa pero baja entre la dependencia fiscal de los municipios a las transferencias de la nación y su eficiencia en la gestión de sus recursos educativos. La relación entre ambas variables puede estar en la dificultad que muchas entidades territoriales tienen de

generar ingresos propios¹⁹. Municipios con mejores recaudos tributarios tienen más libertad de diseñar y ejecutar programas y proyectos que mejoren la calidad y cobertura de la educación en su territorio, debido a la naturaleza de libre destinación que tienen estos recursos.

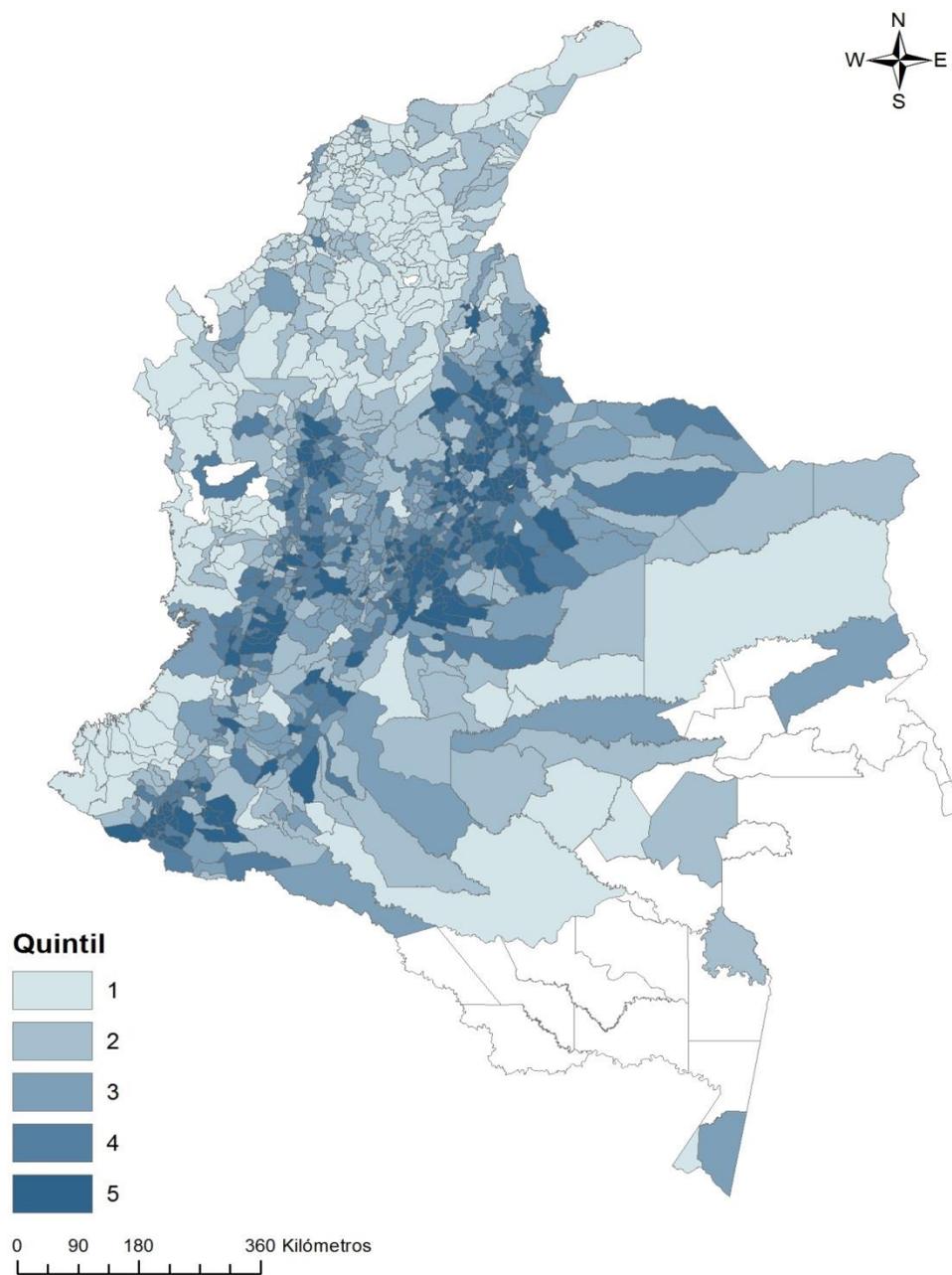
6.4. Eficiencia por región

Por último se estudia la existencia de patrones regionales en la eficiencia del sector educativo de los municipios. Los Mapas 1 y 2 muestran los resultados de las medidas de eficiencia obtenidas para los diferentes modelos de calidad y cobertura educativa agrupadas en cinco categorías, que van desde las medidas más bajas (quintil 1) a las más altas (quintil 5). Los mapas muestran, para cada municipio, la posición en la distribución de las medidas de eficiencia promedio para el periodo analizado, obtenidas de los modelos que utilizan como variable dependiente los indicadores de calidad y de cobertura educativa.

Los mapas muestran un patrón de centro-periferia en las estimaciones de eficiencia educativa de los municipios. La región central, cuyos municipios se encuentran en su mayoría localizados en la zona de la cordillera Andina, presenta mejores resultados que las regiones periféricas, tanto para las medidas de eficiencia en calidad (usando los puntajes promedio) como para la versión en cobertura. En efecto, muchos de los municipios de la región Andina se ubican en los quintiles 4 y 5, que corresponden a las partes más altas de la distribución de las medidas de eficiencia. Casos particulares de la periferia con buenos resultados son los ubicados en Nariño y Norte de Santander.

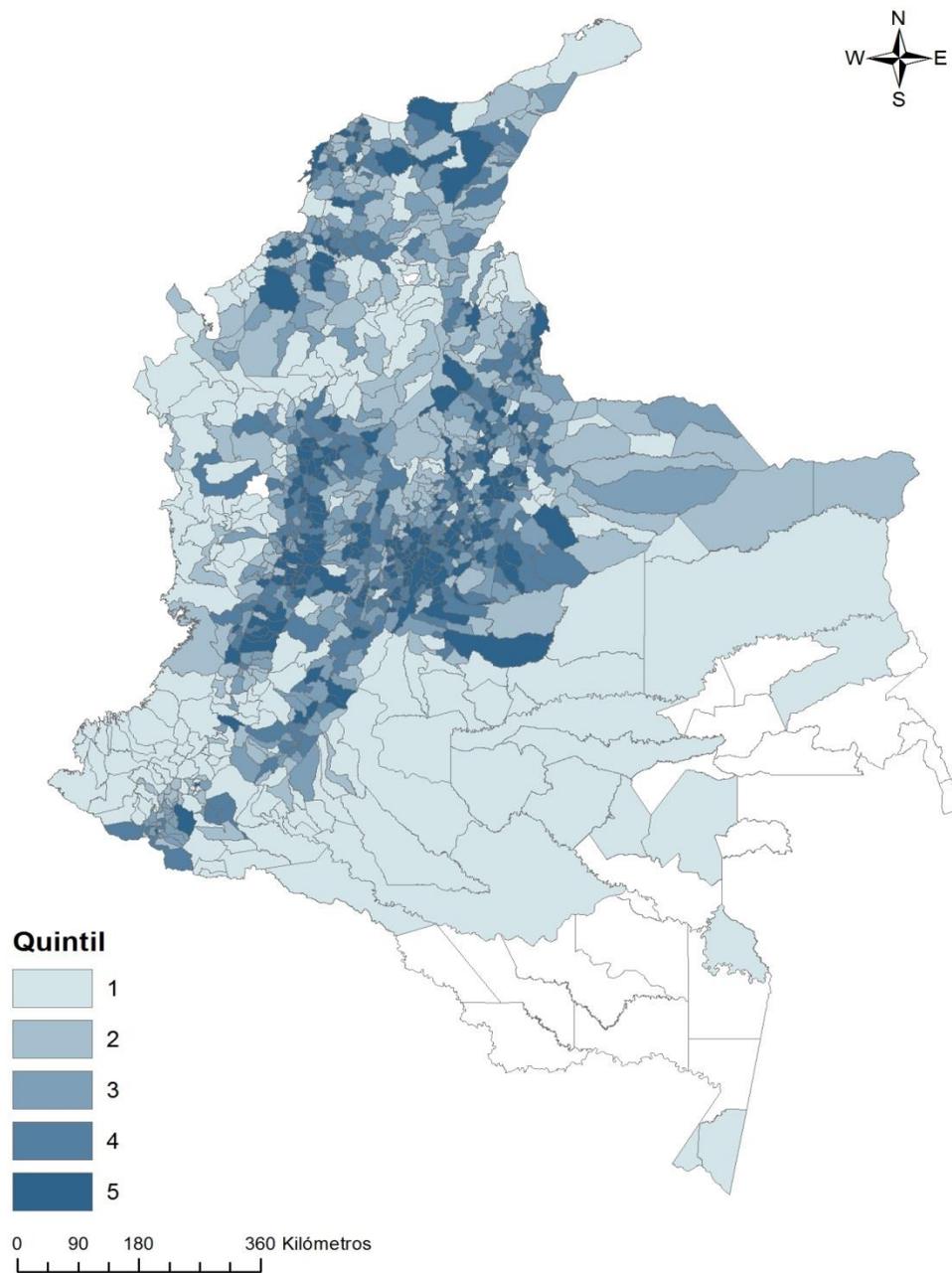
¹⁹ La razón del bajo porcentaje de recursos propios en muchos municipios del país va más allá de esta investigación, pero puede obedecer a un bajo potencial de recaudo, o al fenómeno conocido como pereza fiscal.

Mapa 1.
Distribución de la eficiencia promedio en calidad de la educación 2007-2014



Fuente: elaboración propia.

Mapa 2.
Distribución de la eficiencia promedio en cobertura de la educación 2007-2014

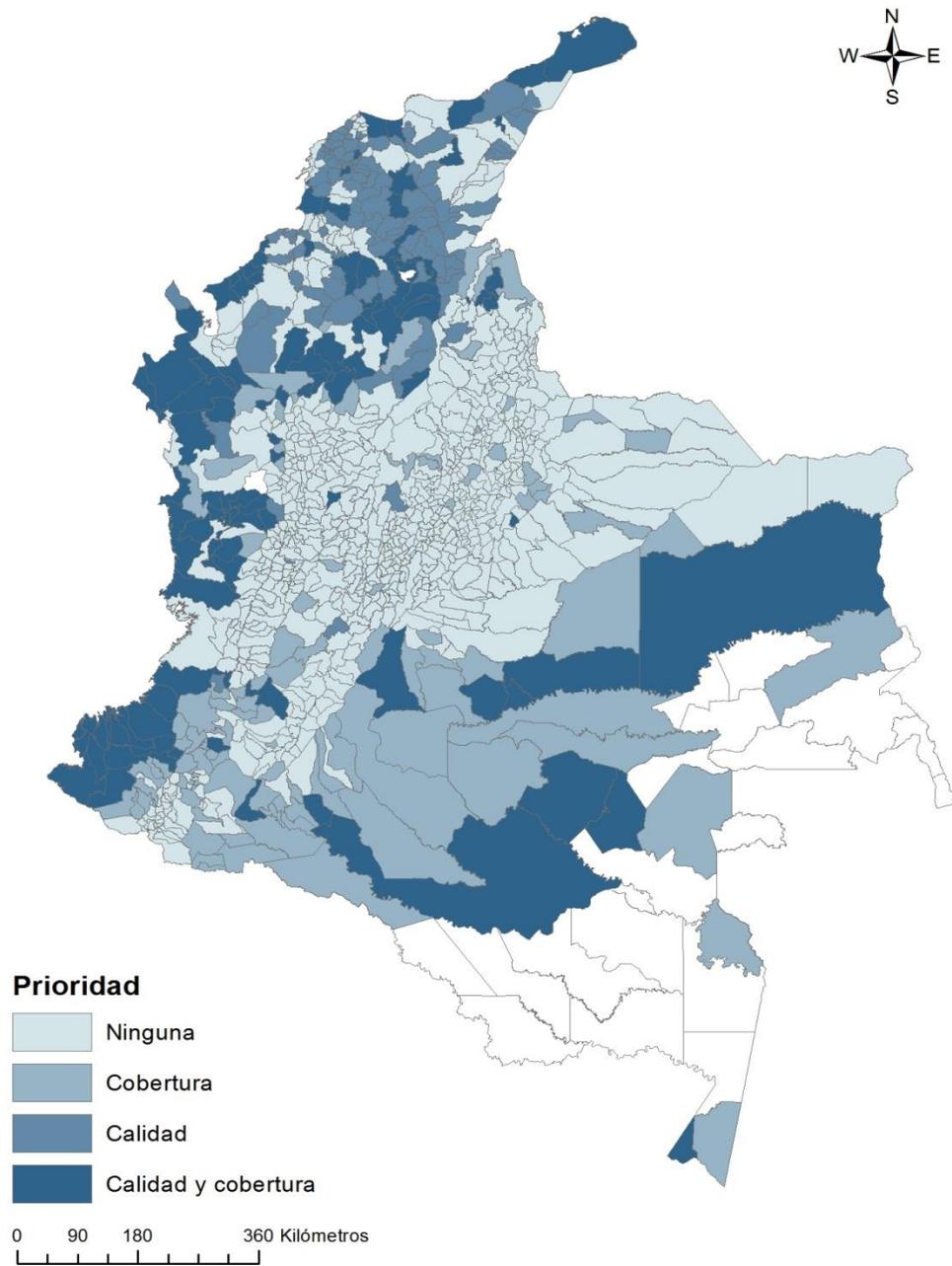


Fuente: elaboración propia.

Los municipios ubicados en la región Caribe, al norte del país, muestran resultados bajos en los modelos de calidad educativa, pero relativamente altos en los de cobertura. En la región de los nuevos departamentos sucede lo contrario; mientras algunos municipios tienen buenos resultados en calidad, en cobertura no sucede así. La costa Pacífica, al occidente, y en particular los municipios del litoral pacífico, presentan eficiencias bajas en ambas dimensiones.

Con base en estos resultados, los municipios del país se agruparon en cuatro categorías. La primera categoría identifica los municipios cuyas eficiencias en calidad y cobertura son bajas, por lo que su política educativa debe estar orientada a mejorar las dos dimensiones de forma simultánea. En este grupo se incluyen las observaciones que resultaron en la parte más baja de la distribución (quintil 1) en ambas versiones simultáneamente. La segunda categoría contiene a los municipios que presentan medidas de eficiencia en el quintil 1, pero únicamente para los modelos que usan los indicadores de calidad. La tercera categoría contiene aquellos municipios con medidas de eficiencia en el quintil 1, obtenidas del modelo de cobertura. Por último, aquellos municipios que obtuvieron en ambas dimensiones resultados de eficiencia en el quintil 2 o superior, se agrupan en la categoría 4. De esta forma, la prioridad en materia de eficiencia educativa de los municipios del país se presenta en el Mapa 3.

Mapa 3.
Prioridades en la eficiencia educativa de los municipios 2007-2014



Fuente: elaboración propia.

Los municipios que deben priorizar la eficiencia en la calidad y en la cobertura educativa se encuentran principalmente en la periferia del país. En la costa Caribe se encuentran, en su gran mayoría, los municipios con retos en calidad educativa, mientras que aquellos cuya prioridad debe ser la ampliación de la cobertura están localizados en su mayoría en la región sur-occidental del país. Los municipios agrupados en la categoría 4, que no presentaron eficiencias bajas (quintil 1) en ninguna de las dos versiones, se ubican en su mayoría dentro de la zona Andina, en la región Central.

7. Conclusiones

Este documento estima la eficiencia del sector educativo municipal en Colombia para el periodo 2007-2014. El análisis empírico se realiza utilizando una función multiproducto, la cual permite observar el desempeño del sector teniendo en cuenta que las autoridades municipales son responsables de diferentes objetivos en la provisión de la educación, para lo cual cuentan con un conjunto de recursos provenientes de las transferencias del gobierno nacional y de ingresos propios de los municipios. Es importante señalar que aunque la administración de los recursos de las transferencias nacionales para el pago de personal de los municipios no certificados está en manos de los departamentos, la función de producción estimada requiere de la cantidad de docentes por municipio.

Las medidas de eficiencia derivadas tanto de los modelos de calidad como variable de referencia, como los de cobertura neta en educación media, indican que hay ganancias importantes en términos de eficiencia que muchos municipios del país podrían obtener. En efecto, aunque las medidas de eficiencia de los modelos que usan indicadores de calidad alcanzan en promedio 0,82, existen varios municipios que registran eficiencias inferiores a 0,5. Una situación similar se observa en el

modelo que usa como referencia la cobertura, cuya eficiencia alcanza en promedio 0,7 cuando se incluyen las variables de control, pero hay municipios con eficiencias muy inferiores a este valor.

Cuando las medidas de eficiencia se agrupan por características particulares de los municipios, se pueden identificar patrones en el desempeño del sector. En primer lugar, cuando se hace teniendo en cuenta si el municipio está o no certificado, se observa que aquellos que están certificados registran medidas de eficiencia más altas, lo cual puede obedecer a que la mayor autonomía de estos municipios puede contribuir a una mejor gestión de los recursos educativos y en consecuencia a mejores resultados, o a que el mismo proceso de certificación contribuye a la organización institucional de las políticas educativas. En segundo lugar, cuando los municipios se agrupan por su entorno de desarrollo, aquellos con condiciones más favorables registran mayores medidas de eficiencia técnica, destacando la importancia del entorno en el desempeño de las autoridades municipales, así como en el desempeño los diferentes agentes que participan en la función de producción como docentes, estudiantes y padres de familia.

Los resultados sugieren patrones regionales en las medidas de eficiencia del sector, que difieren para las versiones de cobertura y calidad. Se observa que los municipios con mayores retos para mejorar su calidad y cobertura educativa se encuentran localizados principalmente en la periferia del país, en su mayoría los nuevos departamentos, y algunos en La Guajira y la región Pacífica. Por otro lado, los municipios que tienen retos en términos de calidad del sector se encuentran localizados principalmente en la costa Caribe. Finalmente, aquellos municipios cuya prioridad debe ser la ampliación de la cobertura están localizados en su mayoría en la región sur-occidental del país.

Bibliografía

- Afonso, A. y Fernandes, S. (2008). "Assessing and explaining the relative Efficiency of Local Government". *The Journal of Socio-Economics*, Vol. 37, Núm. 5.
- Afonso, A., Schuknecht, L. y Tanzi, V. (2010). "Public sector efficiency: evidence for new EU member states and emerging markets". *Applied Economics*, Vol. 42, Núm. 17.
- Afonso, A. y St Aubyn, M. (2005). "Non-Parametric Approaches to Education and Health Efficiency in OECD Countries". *Journal of Applied Economics*, Vol. 8, Núm. 2.
- Afonso, A. y St Aubyn, (2006). "Cross-Country Efficiency of Secondary Education Provision: A Semi-Parametric Analysis with non-discretionary Inputs". Vol. 23, Núm. 3.
- Barrera, F. y Gaviria, A. (2003). "Efficiency of Colombian Schools". Fedesarrollo.
- Bradley, S., Johnes, G. y Millington, J. (2001). "The effect of competition on the efficiency of secondary schools in England". *European Journal of Operational Research*, Vol. 135, Núm. 3.
- Cano, L. P. (2014). "La corrupción y la ineficiencia en el gasto público local y su impacto en la pobreza en Colombia". *Coyuntura Económica*, Vol. 44, Núm. 1.
- Cano, R. y Ramírez, L. (2007). "Descentralización fiscal y eficiencia en los servicios sociales a nivel territorial en Colombia". *Equidad y Desarrollo*, Núm. 8.
- Chakraborty, K., Biswas, B. y Lewis, C. W. (2001). "Measurement of Technical Efficiency in Public Education: A Stochastic and Nonstochastic Production Function Approach". *Southern Economic Journal*, Vol. 67, Núm. 4.
- Coelli, T., & Perelman, S. (2000). "Technical efficiency of European railways: a distance function approach". *Applied Economics*, 32(15), 1967-1976.
- De Sousa, M. D. C. S. y Stošić, B. (2005). "Technical Efficiency of the Brazilian Municipalities: Correcting Nonparametric Frontier Measurements for Outliers". *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 24, Núm 2.

- DNP, (2015). "Tipologías Departamentales y Municipales: Una propuesta para comprender las entidades territoriales colombianas". Consultado en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Tip-FormatoPublicacion%20%28tipolog%C3%ADas%29.pdf>
- Dollery, B. y Johnson, A. (2005). "Enhancing Efficiency in Australian Local Government: An Evaluation of Alternative Models of Municipal Governance". *Urban Policy and Research*, Vol. 23, Núm. 1.
- Galvis, L. A. (2014). "Eficiencia en el uso de los recursos del SGP: los casos de la salud y la educación". Documento de Trabajo sobre Economía Regional, Banco de la República.
- ICFES, 2013. Guía de acceso a bases de datos ICFES. Consultado en: <http://www.icfes.gov.co/index.php/docman/investigadores-y-estudiantes-de-posgrado/acceso-a-bases-de-datos/971-guia-de-acceso-a-bases-de-datos-icfes-ftp-febrero-2013>
- Iregui, A. M., Melo, L. y Ramos, J. (2006a). "La educación en Colombia: análisis del marco normativo y de los indicadores sectoriales". *Revista de Economía del Rosario*, Vol. 9, Núm. 2.
- Iregui, A. M., Melo, L. y Ramos, J. (2006b). "Análisis de eficiencia de la educación en Colombia". *Revista de Economía del Rosario*, Vol. 10, Núm. 1.
- Krueger, A. B. (2003). "Economic considerations and class size". *The Economic Journal*, 113(485), F34-F63.
- Kumbhakar, S. (2013). "Specification and estimation of multiple output technologies: A primal approach". *European Journal of Operational Research*, Vol. 231, Núm 2.
- Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. K. (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge University Press.
- Melo, L. (2005). "Impacto de la Descentralización Fiscal sobre la Educación Pública Colombiana". Borradores de Economía, Banco de la República.

- Melo, L. (2012). "The Results in the Provision of Public Education under Different Decentralized Contexts: The Colombian Case". *Journal of Developing Areas*, Vol. 46, Núm. 2.
- Melo, L. y Espinosa, N. (2005). "Ineficiencia en la distribución de energía eléctrica: una aplicación de las funciones de distancia estocástica". *Ensayos sobre política económica*, Núm. 49.
- Melo, L., Ramos, J. y Hernández, P. (2014). "La Educación Superior en Colombia: Situación Actual y Análisis de Eficiencia". Borradores de Economía, Banco de la República.
- MEN, 2015. Guía de Interpretación y Uso de Resultados de las pruebas SABER 11. <http://www.icfes.gov.co/index.php/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/saber-11/novedades/649-guia-de-interpretaciin-y-uso-de-resultados-pruebas-saber-11-2015/file?force-download=1>
- OECD (2013), PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy, OECD Publishing. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Piñeros, J. (2010). "Descentralización, gasto público y sistema educativo oficial colombiano: un análisis de eficiencia y calidad". Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- Ruggiero, J. (1996). "On the measurement of technical efficiency in the public sector". *European Journal of Operational Research*, Vol. 90, Núm. 3.
- Ruiz, G. (2015). "El poder de las entidades territoriales para mejorar la calidad de la educación básica". *Cuadernos de administración*, Vol. 31, Núm. 54.
- Waldo, S. (2007). "Efficiency in Swedish Public Education: Competition and Voter Monitoring". *Education Economics*, Vol. 15, Núm. 2.

Anexo 1

Análisis de Frontera Estocástica

En este anexo se presenta una descripción general de método de Análisis de Frontera Estocástica, que se puede revisar con más detalle en Kumbhakar y Lovell (2000). En la literatura empírica que estudia la ineficiencia de las unidades de producción hay dos grandes ramas de estudio. La primera es la técnica del Análisis Envolvente de Datos (*DEA*) y la segunda es el Análisis de Frontera Estocástica (*SFA* por las siglas en inglés), en la cual se concentra este Anexo, ya que es la base para la estimación de las funciones multiproducto utilizadas en el documento. La metodología *DEA* tiene la ventaja de que es un método no paramétrico, por lo que no es necesario asumir una función de producción y estimar los parámetros del modelo, como es el caso de la segunda. Sin embargo, tiene la desventaja de que la estimación de la ineficiencia se obtiene al diferenciar el valor máximo posible de producción frente al valor efectivamente observado. Esta diferencia es considerada ineficiencia, lo cual no necesariamente es cierto, dado que las unidades de producción pueden enfrentar choques aleatorios a la demanda o a la oferta, que pueden afectar sus resultados. A diferencia del *DEA*, la metodología *SFA* permite separar la ineficiencia de los choques aleatorios. Para ilustrar esta metodología se utilizará una función de producción Cobb-Douglas estándar:

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_n \beta_n + \ln x_{ni} + v_i$$

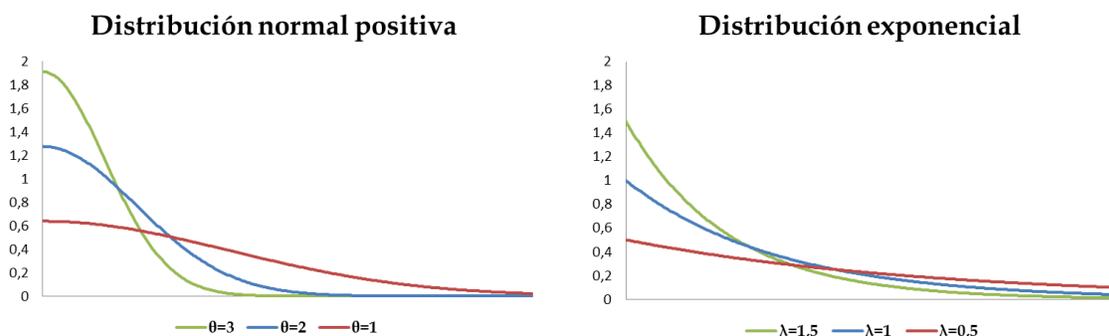
Donde y_i es el producto o la variable de resultado, β_n son los parámetros a estimar, x_{ni} es el insumo n utilizado durante el proceso de producción y v_i es un término de error aleatorio en la producción, que puede deberse a choques exógenos como el clima, que en general no se encuentran relacionados con los insumos ni están bajo el control de las unidades de producción. Se asume que v_i sigue una distribución normal, con media cero y variancia σ^2 .

Como se mencionó, en el análisis de frontera estocástica el término de error, además de incluir el componente aleatorio v_i , incorpora el componente de ineficiencia, representado por el término u_i :

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_n \beta_n + \ln x_{ni} + v_i - u_i$$

El nuevo componente del error aparece con signo negativo en la función de producción²⁰, porque representa la porción que se pierde debido a ineficiencias técnicas de la unidad de análisis. Esto significa que lo que se podía producir con los insumos x_{ni} no se observó, debido a que una porción se perdió por cuestiones de eficiencia técnica.

Para realizar la estimación se debe asumir la distribución de u_i entre las observaciones, así como se hace con el término de error aleatorio v_i , lo cual permite separar los dos términos. La distribución de u_i debe contener únicamente valores positivos. De lo contrario, la ineficiencia técnica podría generar aumentos en la producción. Las distribuciones con valores positivos más utilizadas en la literatura empírica para hacer estimaciones de eficiencia son la normal positiva y la exponencial. Estas se muestran a continuación.



Fuente: elaboración propia.

²⁰ Con signo positivo en la funciones de costos.

Con las distribuciones de los términos v_i y u_i se construye la densidad del error e_i en la función de producción, que se encuentra compuesto por ambos componentes: $e_i = v_i - u_i$. Si se asume que v_i se distribuye normal estándar y u_i normal positiva, entonces la distribución del error compuesto e_i tiene la siguiente función de densidad:

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sigma} \varphi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \Phi\left(-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)$$

Donde $\sigma = \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$, $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$, $\varphi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right)$ es la función de densidad normal estándar evaluada en el punto $\frac{\varepsilon}{\sigma}$ y $\Phi\left(-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)$ es la función acumulada de distribución normal estándar evaluada en $-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}$. Por lo tanto, la función de densidad $f(\varepsilon)$ depende de los parámetros σ y λ , que a su vez dependen de σ_u y σ_v .

Con la función de densidad del error compuesto e_i se estima la frontera de producción estocástica mediante el método de máxima verosimilitud. La frontera representa el máximo de producción que puede ser alcanzado por las unidades de análisis, si no hubiese pérdidas de eficiencia. La maximización de la función de verosimilitud permite estimar los parámetros β_n de la función de producción, así como los parámetros de la distribución de e_i (σ y λ).

Una vez se estimen los parámetros, el siguiente objetivo es identificar el componente del error u_i para cada una de las observaciones. El principal problema es que se puede conocer únicamente el residuo compuesto de la función de producción; es decir, el término e_i . En este se agrupan tanto los choques aleatorios v_i como el término u_i , y no se sabe cuánto de e_i se debe al primero y cuánto al segundo. Se debe buscar una forma de separar ambos componentes. Jondrow et al.

(1982) muestra que la densidad de u_i condicionada en e_i cuando u_i se distribuye normal positiva, tiene la siguiente forma:

$$f(u|\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_*}} \cdot \exp\left\{-\frac{(u - \mu_*)^2}{2\sigma_*^2}\right\} / \left[1 - \Phi\left(-\frac{\mu_*}{\sigma_*}\right)\right]$$

La función de densidad $f(u|\varepsilon)$ depende de dos parámetros. Estos son $\mu_* = -\varepsilon\sigma_u^2/\sigma^2$, y $\sigma_* = \sigma_u^2\sigma_v^2/\sigma^2$. Esta función permite obtener estimaciones de la ineficiencia para cada observación, usando el valor esperado o la moda de la distribución:

$$E(u_i|\varepsilon_i) = \mu_{*i} + \sigma_* \left[\frac{\varphi(-\mu_{*i}/\sigma_*)}{1 - \Phi(-\mu_{*i}/\sigma_*)} \right]$$

$$M(u_i|\varepsilon_i) = \begin{cases} -\varepsilon_i \left(\frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} \right) & \text{si } \varepsilon_i \leq 0 \\ 0 & \text{de lo contrario.} \end{cases}$$

Con las estimaciones puntuales de u_i se procede a estimar la ineficiencia técnica de cada observación. Es decir, la porción de la producción que se pierde por la presencia de la ineficiencia. El estimador de la eficiencia técnica, de acuerdo a la función de producción, es:

$$TE_i = \exp\{-\hat{u}_i\}$$

Anexo 2
Primera etapa: estimación de las funciones de producción educativa municipal.

Variable	Puntaje promedio		Puntaje matemáticas		Puntaje lenguaje		Alternativa		Cobertura media	
	Coficiente	Desv. Est.	Coficiente	Desv. Est.	Coficiente	Desv. Est.	Coficiente	Desv. Est.	Coficiente	Desv. Est.
M ² /alumno (X ₁)	-0,014	0,078	0,031	0,080	-0,042	0,075	0,051	0,063	0,601***	0,203
Docentes/alumno (X ₂)	0,440***	0,116	0,412***	0,116	0,251***	0,113	0,280***	0,084	-0,206	0,316
Resto/alumno (X ₃)	0,019	0,019	0,013	0,019	0,015	0,018	0,018	0,018	-0,149***	0,049
Producto ind. (Y ₁)	0,679***	0,085	0,442***	0,078	0,356***	0,072	0,211***	0,072	-0,259***	0,052
X ₁ × X ₁	0,002	0,015	-0,007	0,015	0,007	0,014	0,018*	0,010	-0,112***	0,038
X ₁ × X ₂	-0,001	0,018	0,006	0,019	0,000	0,018	0,014	0,014	0,114**	0,048
X ₁ × X ₃	0,003	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,001	0,006	0,016	0,014
X ₂ × X ₂	0,057	0,032	0,069**	0,032	0,075**	0,031	0,085***	0,029	-0,132*	0,079
X ₂ × X ₃	-0,012	0,008	-0,013	0,008	0,002	0,008	0,012	0,010	-0,009	0,023
X ₃ × X ₃	-0,011**	0,005	-0,012**	0,005	-0,003	0,005	0,005	0,006	0,008	0,014
Y ₁ × X ₁	-0,003	0,007	0,017**	0,007	0,000	0,007	-0,002	0,006	0,003	0,005
Y ₁ × X ₂	0,090***	0,024	0,021	0,022	0,005	0,021	0,000	0,020	0,022	0,019
Y ₁ × X ₃	-0,019***	0,006	-0,021***	0,006	-0,013**	0,006	0,001	0,006	0,045***	0,003
Controles										
Tipología DNP	-0,009***	0,003	-0,006**	0,003	-0,014***	0,003	-0,006**	0,003	-0,101***	0,007
Certificación	0,082***	0,017	0,072***	0,017	0,068***	0,016	0,079***	0,015	0,076*	0,046
Región Orinoquía	0,164***	0,020	0,161***	0,021	0,178***	0,020	0,176***	0,017	-0,275***	0,054
Región Amazonía	0,228***	0,021	0,181***	0,021	0,25***	0,020	0,254***	0,018	-0,439***	0,054
Región Pacífica	0,180***	0,013	0,114***	0,014	0,191***	0,013	0,182***	0,012	-0,283***	0,034
Región Andina	0,150***	0,016	0,130***	0,016	0,175***	0,015	0,159***	0,012	-0,060	0,044
Grupos armados	0,028***	0,008	0,029***	0,008	0,020**	0,008	-0,019***	0,006	-0,181***	0,023
Índice de ruralidad	0,009	0,023	-0,026	0,024	0,021	0,023	0,022	0,019	-0,551***	0,062
Constante	2,462***	0,246	2,339***	0,242	1,921***	0,232	1,841	0,194***	0,047	0,667

Fuente: Cálculos de los autores

Anexo 3.a
Pruebas de endogeneidad

Variable educativa	Durbin		Wu-Hausman	
	Estadístico	p-valor	Estadístico	P-valor
Distribución con puntaje promedio	21,462	0,000	7,149	0,000
Distribución con puntaje en matemáticas	23,545	0,000	7,846	0,000
Distribución con puntaje en lenguaje	7,937	0,047	2,637	0,048
Indicador de calidad	29,231	0,000	9,754	0,000
Cobertura media	21,503	0,000	7,163	0,000

Anexo 3.b
Pruebas de especificación del modelo: Translog vs Cobb-Douglas

Variable educativa	Wald	
	Estadístico	P-valor
Distribución con puntaje promedio	47,570	0,000
Distribución con puntaje en matemáticas	30,100	0,000
Distribución con puntaje en lenguaje	14,770	0,097
Indicador de calidad	20,370	0,016
Cobertura media	391,840	0,000

ÍNDICE "DOCUMENTOS DE TRABAJO SOBRE ECONOMÍA REGIONAL"

<u>No.</u>	<u>Autor</u>	<u>Título</u>	<u>Fecha</u>
1	Joaquín Viloria de la Hoz	Café Caribe: la economía cafetera en la Sierra Nevada de Santa Marta	Noviembre, 1997
2	María M. Aguilera Díaz	Los cultivos de camarones en la costa Caribe colombiana	Abril, 1998
3	Jaime Bonet Morón	Las exportaciones de algodón del Caribe colombiano	Mayo, 1998
4	Joaquín Viloria de la Hoz	La economía del carbón en el Caribe colombiano	Mayo, 1998
5	Jaime Bonet Morón	El ganado costeño en la feria de Medellín, 1950 – 1997	Octubre, 1998
6	María M. Aguilera Díaz Joaquín Viloria de la Hoz	Radiografía socio-económica del Caribe Colombiano	Octubre, 1998
7	Adolfo Meisel Roca	¿Por qué perdió la Costa Caribe el siglo XX?	Enero, 1999
8	Jaime Bonet Morón Adolfo Meisel Roca	La convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo, 1926 – 1995	Febrero, 1999
9	Luis Armando Galvis A. María M. Aguilera Díaz	Determinantes de la demanda por turismo hacia Cartagena, 1987-1998	Marzo, 1999
10	Jaime Bonet Morón	El crecimiento regional en Colombia, 1980-1996: Una aproximación con el método <i>Shift-Share</i>	Junio, 1999
11	Luis Armando Galvis A.	El empleo industrial urbano en Colombia, 1974-1996	Agosto, 1999
12	Jaime Bonet Morón	La agricultura del Caribe Colombiano, 1990-1998	Diciembre, 1999
13	Luis Armando Galvis A.	La demanda de carnes en Colombia: un análisis econométrico	Enero, 2000
14	Jaime Bonet Morón	Las exportaciones colombianas de banano, 1950 – 1998	Abril, 2000
15	Jaime Bonet Morón	La matriz insumo-producto del Caribe colombiano	Mayo, 2000
16	Joaquín Viloria de la Hoz	De Colpuertos a las sociedades portuarias: los puertos del Caribe colombiano	Octubre, 2000
17	María M. Aguilera Díaz Jorge Luis Alvis Arrieta	Perfil socioeconómico de Barranquilla, Cartagena y Santa Marta (1990-2000)	Noviembre, 2000
18	Luis Armando Galvis A. Adolfo Meisel Roca	El crecimiento económico de las ciudades colombianas y sus determinantes, 1973-1998	Noviembre, 2000
19	Luis Armando Galvis A.	¿Qué determina la productividad agrícola departamental en Colombia?	Marzo, 2001
20	Joaquín Viloria de la Hoz	Descentralización en el Caribe colombiano: Las finanzas departamentales en los noventas	Abril, 2001
21	María M. Aguilera Díaz	Comercio de Colombia con el Caribe insular, 1990-1999.	Mayo, 2001
22	Luis Armando Galvis A.	La topografía económica de Colombia	Octubre, 2001
23	Juan David Barón R.	Las regiones económicas de Colombia: Un análisis de <i>clusters</i>	Enero, 2002
24	María M. Aguilera Díaz	Magangué: Puerto fluvial bolivarense	Enero, 2002
25	Igor Esteban Zuccardi H.	Los ciclos económicos regionales en Colombia, 1986-2000	Enero, 2002
26	Joaquín Viloria de la Hoz	Cereté: Municipio agrícola del Sinú	Febrero, 2002
27	Luis Armando Galvis A.	Integración regional de los mercados laborales en Colombia, 1984-2000	Febrero, 2002

28	Joaquín Viloría de la Hoz	Riqueza y despilfarro: La paradoja de las regalías en Barrancas y Tolú	Junio, 2002
29	Luis Armando Galvis A.	Determinantes de la migración interdepartamental en Colombia, 1988-1993	Junio, 2002
30	María M. Aguilera Díaz	Palma africana en la Costa Caribe: Un semillero de empresas solidarias	Julio, 2002
31	Juan David Barón R.	La inflación en las ciudades de Colombia: Una evaluación de la paridad del poder adquisitivo	Julio, 2002
32	Igor Esteban Zuccardi H.	Efectos regionales de la política monetaria	Julio, 2002
33	Joaquín Viloría de la Hoz	Educación primaria en Cartagena: análisis de cobertura, costos y eficiencia	Octubre, 2002
34	Juan David Barón R.	Perfil socioeconómico de Tubará: Población dormitorio y destino turístico del Atlántico	Octubre, 2002
35	María M. Aguilera Díaz	Salinas de Manaure: La tradición wayuu y la modernización	Mayo, 2003
36	Juan David Barón R. Adolfo Meisel Roca	La descentralización y las disparidades económicas regionales en Colombia en la década de 1990	Julio, 2003
37	Adolfo Meisel Roca	La continentalización de la Isla de San Andrés, Colombia: Panyas, raizales y turismo, 1953 – 2003	Agosto, 2003
38	Juan David Barón R.	¿Qué sucedió con las disparidades económicas regionales en Colombia entre 1980 y el 2000?	Septiembre, 2003
39	Gerson Javier Pérez V.	La tasa de cambio real regional y departamental en Colombia, 1980-2002	Septiembre, 2003
40	Joaquín Viloría de la Hoz	Ganadería bovina en las Llanuras del Caribe colombiano	Octubre, 2003
41	Jorge García García	¿Por qué la descentralización fiscal? Mecanismos para hacerla efectiva	Enero, 2004
42	María M. Aguilera Díaz	Aguachica: Centro Agroindustrial del Cesar	Enero, 2004
43	Joaquín Viloría de la Hoz	La economía ganadera en el departamento de Córdoba	Marzo, 2004
44	Jorge García García	El cultivo de algodón en Colombia entre 1953 y 1978: una evaluación de las políticas gubernamentales	Abril, 2004
45	Adolfo Meisel R. Margarita Vega A.	La estatura de los colombianos: un ensayo de antropometría histórica, 1910-2002	Mayo, 2004
46	Gerson Javier Pérez V.	Los ciclos ganaderos en Colombia, 1950-2001	Junio, 2004
47	Gerson Javier Pérez V. Peter Rowland	Políticas económicas regionales: cuatro estudios de caso	Agosto, 2004
48	María M. Aguilera Díaz	La Mojana: Riqueza natural y potencial económico	Octubre, 2004
49	Jaime Bonet	Descentralización fiscal y disparidades en el ingreso regional: experiencia colombiana	Noviembre, 2004
50	Adolfo Meisel Roca	La economía de Ciénaga después del banano	Noviembre, 2004
51	Joaquín Viloría de la Hoz	La economía del departamento de Córdoba: ganadería y minería como sectores clave	Diciembre, 2004
52	Juan David Barón Gerson Javier Pérez V Peter Rowland.	Consideraciones para una política económica regional en Colombia	Diciembre, 2004
53	José R. Gamarra V.	Eficiencia Técnica Relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe	Diciembre, 2004
54	Gerson Javier Pérez V.	Dimensión espacial de la pobreza en Colombia	Enero, 2005
55	José R. Gamarra V.	¿Se comportan igual las tasas de desempleo de las siete principales ciudades colombianas?	Febrero, 2005

56	Jaime Bonet	Inequidad espacial en la dotación educativa regional en Colombia	Febrero, 2005
57	Julio Romero P.	¿Cuánto cuesta vivir en las principales ciudades colombianas? Índice de Costo de Vida Comparativo	Junio, 2005
58	Gerson Javier Pérez V.	Bolívar: industrial, agropecuario y turístico	Julio, 2005
59	José R. Gamarra V.	La economía del Cesar después del algodón	Julio, 2005
60	Jaime Bonet	Desindustrialización y terciarización espuria en el departamento del Atlántico, 1990 - 2005	Julio, 2005
61	Joaquín Viloría De La Hoz	Sierra Nevada de Santa Marta: Economía de sus recursos naturales	Julio, 2005
62	Jaime Bonet	Cambio estructural regional en Colombia: una aproximación con matrices insumo-producto	Julio, 2005
63	María M. Aguilera Díaz	La economía del Departamento de Sucre: ganadería y sector público	Agosto, 2005
64	Gerson Javier Pérez V.	La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia	Octubre, 2005
65	Joaquín Viloría De La Hoz	Salud pública y situación hospitalaria en Cartagena	Noviembre, 2005
66	José R. Gamarra V.	Desfalcos y regiones: un análisis de los procesos de responsabilidad fiscal en Colombia	Noviembre, 2005
67	Julio Romero P.	Diferencias sociales y regionales en el ingreso laboral de las principales ciudades colombianas, 2001-2004	Enero, 2006
68	Jaime Bonet	La terciarización de las estructuras económicas regionales en Colombia	Enero, 2006
69	Joaquín Viloría de la Hoz	Educación superior en el Caribe Colombiano: análisis de cobertura y calidad.	Marzo, 2006
70	José R. Gamarra V.	Pobreza, corrupción y participación política: una revisión para el caso colombiano	Marzo, 2006
71	Gerson Javier Pérez V.	Población y ley de Zipf en Colombia y la Costa Caribe, 1912-1993	Abril, 2006
72	María M. Aguilera Díaz	El Canal del Dique y su sub región: una economía basada en su riqueza hídrica	Mayo, 2006
73	Adolfo Meisel R. Gerson Javier Pérez V.	Geografía física y poblamiento en la Costa Caribe colombiana	Junio, 2006
74	Julio Romero P.	Movilidad social, educación y empleo: los retos de la política económica en el departamento del Magdalena	Junio, 2006
75	Jaime Bonet Adolfo Meisel Roca	El legado colonial como determinante del ingreso per cápita departamental en Colombia, 1975-2000	Julio, 2006
76	Jaime Bonet Adolfo Meisel Roca	Polarización del ingreso per cápita departamental en Colombia	Julio, 2006
77	Jaime Bonet	Desequilibrios regionales en la política de descentralización en Colombia	Octubre, 2006
78	Gerson Javier Pérez V.	Dinámica demográfica y desarrollo regional en Colombia	Octubre, 2006
79	María M. Aguilera Díaz Camila Bernal Mattos Paola Quintero Puentes	Turismo y desarrollo en el Caribe colombiano	Noviembre, 2006
80	Joaquín Viloría de la Hoz	Ciudades portuarias del Caribe colombiano: propuestas para competir en una economía globalizada	Noviembre, 2006
81	Joaquín Viloría de la Hoz	Propuestas para transformar el capital humano en el Caribe colombiano	Noviembre, 2006
82	Jose R. Gamarra Vergara	Agenda anticorrupción en Colombia: reformas, logros y recomendaciones	Noviembre, 2006
83	Adolfo Meisel Roca Julio Romero P	Igualdad de oportunidades para todas las regiones	Enero, 2007
84	Centro de Estudios Económicos Regionales CEER	Bases para reducir las disparidades regionales en Colombia Documento para discusión	Enero, 2007

85	Jaime Bonet	Minería y desarrollo económico en El Cesar	Enero, 2007
86	Adolfo Meisel Roca	La Guajira y el mito de las regalías redentoras	Febrero, 2007
87	Joaquín Viloría de la Hoz	Economía del Departamento de Nariño: ruralidad y aislamiento geográfico	Marzo, 2007
88	Gerson Javier Pérez V.	El Caribe antioqueño: entre los retos de la geografía y el espíritu paisa	Abril, 2007
89	Jose R. Gamarra Vergara	Pobreza rural y transferencia de tecnología en la Costa Caribe	Abril, 2007
90	Jaime Bonet	¿Porqué es pobre el Chocó?	Abril, 2007
91	Gerson Javier Pérez V.	Historia, geografía y puerto como determinantes de la situación social de Buenaventura	Abril, 2007
92	Jaime Bonet	Regalías y finanzas públicas en el Departamento del Cesar	Agosto, 2007
93	Joaquín Viloría de la Hoz	Nutrición en el Caribe Colombiano y su relación con el capital humano	Agosto, 2007
94	Gerson Javier Pérez V. Irene Salazar Mejía	La pobreza en Cartagena: Un análisis por barrios	Agosto, 2007
95	Jose R. Gamarra Vergara	La economía del departamento del Cauca: concentración de tierras y pobreza	Octubre, 2007
96	Joaquín Viloría de la Hoz	Educación, nutrición y salud: retos para el Caribe colombiano	Noviembre, 2007
97	Jaime Bonet Jorge Alvis	Bases para un fondo de compensación regional en Colombia	Diciembre, 2007
98	Julio Romero P.	¿Discriminación o capital humano? Determinantes del ingreso laboral de los afrocartageneros	Diciembre, 2007
99	Julio Romero P.	Inflación, costo de vida y las diferencias en el nivel general de precios de las principales ciudades colombianas.	Diciembre, 2007
100	Adolfo Meisel Roca	¿Por qué se necesita una política económica regional en Colombia?	Diciembre, 2007
101	Jaime Bonet	Las finanzas públicas de Cartagena, 2000 – 2007	Junio, 2008
102	Irene Salazar Mejía	Lugar encantados de las aguas: aspectos económicos de la Ciénega Grande del Bajo Sinú	Junio, 2008
103	Joaquín Viloría de la Hoz	Economía extractiva y pobreza en la ciénega de Zapatosa	Junio, 2008
104	Eduardo A. Haddad Jaime Bonet Geofrey J.D. Hewings Fernando Perobelli	Efectos regionales de una mayor liberación comercial en Colombia: Una estimación con el Modelo CEER	Agosto, 2008
105	Joaquín Viloría de la Hoz	Banano y revaluación en el Departamento del Magdalena, 1997-2007	Septiembre, 2008
106	Adolfo Meisel Roca	Albert O. Hirschman y los desequilibrios económicos regionales: De la economía a la política, pasando por la antropología y la historia	Septiembre, 2008
107	Julio Romero P.	Transmisión regional de la política monetaria en Colombia	Octubre, 2008
108	Leonardo Bonilla Mejía	Diferencias regionales en la distribución del ingreso en Colombia	Diciembre, 2008
109	María Aguilera Díaz Adolfo Meisel Roca	¿La isla que se repite? Cartagena en el censo de población de 2005	Enero, 2009
110	Joaquín Viloría De la Hoz	Economía y conflicto en el Cono Sur del Departamento de Bolívar	Febrero, 2009
111	Leonardo Bonilla Mejía	Causas de las diferencias regionales en la distribución del ingreso en Colombia, un ejercicio de micro-descomposición	Marzo, 2009
112	María M. Aguilera Díaz	Ciénega de Ayapel: riqueza en biodiversidad y recursos hídricos	Junio, 2009

113	Joaquín Viloría De la Hoz	Geografía económica de la Orinoquia	Junio, 2009
114	Leonardo Bonilla Mejía	Revisión de la literatura económica reciente sobre las causas de la violencia homicida en Colombia	Julio, 2009
115	Juan D. Barón	El homicidio en los tiempos del Plan Colombia	Julio, 2009
116	Julio Romero P.	Geografía económica del Pacífico colombiano	Octubre, 2009
117	Joaquín Viloría De la Hoz	El ferrocarril de Cerro Matoso: aspectos económicos de Montelíbano y el Alto San Jorge	Octubre, 2009
118	Leonardo Bonilla Mejía	Demografía, juventud y homicidios en Colombia, 1979-2006	Octubre, 2009
119	Luis Armando Galvis A.	Geografía económica del Caribe Continental	Diciembre, 2009
120	Luis Armando Galvis A Adolfo Meisel Roca.	Persistencia de las desigualdades regionales en Colombia: Un análisis espacial	Enero, 2010
121	Irene Salazar Mejía	Geografía económica de la región Andina Oriental	Enero, 2010
122	Luis Armando Galvis A Adolfo Meisel Roca.	Fondo de Compensación Regional: Igualdad de oportunidades para la periferia colombiana	Enero, 2010
123	Juan D. Barón	Geografía económica de los Andes Occidentales de Colombia	Marzo, 2010
124	Julio Romero	Educación, calidad de vida y otras desventajas económicas de los indígenas en Colombia	Marzo, 2010
125	Laura Cepeda Emiliani	El Caribe chocoano: riqueza ecológica y pobreza de oportunidades	Mayo, 2010
126	Joaquín Viloría de la Hoz	Finanzas y gobierno de las corporaciones autónomas regionales del Caribe colombiano	Mayo, 2010
127	Luis Armando Galvis	Comportamiento de los salarios reales en Colombia: Un análisis de convergencia condicional, 1984-2009	Mayo, 2010
128	Juan D. Barón	La violencia de pareja en Colombia y sus regiones	Junio, 2010
129	Julio Romero	El éxito económico de los costeños en Bogotá: migración interna y capital humano	Agosto, 2010
130	Leonardo Bonilla Mejía	Movilidad inter-generacional en educación en las ciudades y regiones de Colombia	Agosto, 2010
131	Luis Armando Galvis	Diferenciales salariales por género y región en Colombia: Una aproximación con regresión por cuantiles	Septiembre, 2010
132	Juan David Barón	Primeras experiencias laborales de los profesionales colombianos: Probabilidad de empleo formal y salarios	Octubre, 2010
133	María Aguilera Díaz	Geografía económica del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Diciembre, 2010
134	Andrea Otero	Superando la crisis: Las finanzas públicas de Barranquilla, 2000-2009	Diciembre, 2010
135	Laura Cepeda Emiliani	¿Por qué le va bien a la economía de Santander?	Diciembre, 2010
136	Leonardo Bonilla Mejía	El sector industrial de Barranquilla en el siglo XXI: ¿Cambian finalmente las tendencias?	Diciembre, 2010
137	Juan David Barón	La brecha de rendimiento académico de Barranquilla	Diciembre, 2010
138	Luis Armando Galvis	Geografía del déficit de vivienda urbano: Los casos de Barranquilla y Soledad	Febrero, 2011
139	Andrea Otero	Combatiendo la mortalidad en la niñez: ¿Son las reformas a los servicios básicos una buena estrategia?	Marzo, 2011
140	Andrés Sánchez Jabba	La economía del mototaxismo: el caso de Sincelejo	Marzo, 2011
141	Andrea Otero	El puerto de Barranquilla: retos y recomendaciones	Abril, 2011

142	Laura Cepeda Emiliani	Los sures de Barranquilla: La distribución espacial de la pobreza	Abril, 2011
143	Leonardo Bonilla Mejía	Doble jornada escolar y la calidad de la educación en Colombia	Abril, 2011
144	María Aguilera Díaz	Habitantes del agua: El complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta	Mayo, 2011
145	Andrés Sánchez Jabba	El gas de La Guajira y sus efectos económicos sobre el departamento	Mayo, 2011
146	Javier Yabrudy Vega	Raizales y continentales: un análisis del mercado laboral en la isla de San Andrés	Junio, 2011
147	Andrés Sánchez Jabba	Reformas fiscales verdes y la hipótesis del doble dividendo: un ejercicio aplicado a la economía colombiana	Junio, 2011
148	Joaquín Viloria de la Hoz	La economía anfibia de la isla de Mompox	Julio, 2011
149	Juan David Barón	Sensibilidad de la oferta de migrantes internos a las condiciones del mercado laboral en las principales ciudades de Colombia	Julio, 2011
150	Andrés Sánchez Jabba	Después de la inundación	Agosto, 2011
151	Luis Armando Galvis Leonardo Bonilla Mejía	Desigualdades regionales en la dotación de docentes calificados en Colombia	Agosto, 2011
152	Juan David Barón Leonardo Bonilla Mejía	La calidad de los maestros en Colombia: Desempeño en el examen de Estado del ICFES y la probabilidad de graduarse en el área de educación	Agosto, 2011
153	Laura Cepeda Emiliani	La economía de Risaralda después del café: ¿Hacia dónde va?	Agosto, 2011
154	Leonardo Bonilla Mejía Luis Armando Galvis	Profesionalización docente y la calidad de la educación en Colombia	Septiembre, 2011
155	Adolfo Meisel Roca	El sueño de los radicales y las desigualdades regionales en Colombia: La educación de calidad para todos como política de desarrollo territorial	Septiembre, 2011
156	Andrés Sánchez Jabba	Etnia y rendimiento académico en Colombia	Octubre, 2011
157	Andrea Otero	Educación para la primera infancia: Situación en el Caribe Colombiano	Noviembre, 2011
158	María Aguilera Díaz	La yuca en el Caribe colombiano: De cultivo ancestral a agroindustrial	Enero, 2012
159	Andrés Sánchez Jabba	El bilingüismo en los bachilleres colombianos	Enero, 2012
160	Karina Acosta Ordoñez	La desnutrición en los primeros años de vida: Un análisis regional para Colombia	Enero, 2012
161	Javier Yabrudy Vega	Treinta años de finanzas públicas en San Andrés Islas: De la autosuficiencia a la dependencia fiscal.	Enero, 2012
162	Laura Cepeda Emiliani Juan David Barón	Segregación educativa y la brecha salarial por género entre los recién graduados universitarios en Colombia	Febrero, 2012
163	Andrea Otero	La infraestructura aeroportuaria del Caribe colombiano	Febrero, 2012
164	Luis Armando Galvis	Informalidad laboral en las áreas urbanas de Colombia	Febrero, 2012

165	Gerson Javier Pérez Valbuena	Primera versión de la Política de Seguridad Democrática: ¿Se cumplieron los objetivos?	Marzo, 2012
166	Karina Acosta Adolfo Meisel Roca	Diferencias étnicas en Colombia: Una mirada antropométrica	Abril, 2012
167	Laura Cepeda Emiliani	¿Fuga interregional de cerebros? El caso colombiano	Abril, 2012
168	Yuri C. Reina Aranza	El cultivo de ñame en el Caribe colombiano	Junio, 2012
169	Andrés Sánchez Jabba Ana María Díaz Alejandro Peláez et al.	Evolución geográfica del homicidio en Colombia	Junio, 2012
170	Karina Acosta	La obesidad y su concentración según nivel socioeconómico en Colombia	Julio, 2012
171	Javier Yabrudy Vega	El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe colombiano.	Agosto, 2012
172	Andrea Otero	Cali a comienzos del Siglo XXI: ¿Crisis o recuperación?	Agosto, 2012
173	Luis Armando Galvis Bladimir Carrillo	Un índice de precios espacial para la vivienda urbana en Colombia: Una aplicación con métodos de emparejamiento.	Septiembre, 2012
174	Andrés Sánchez Jabba	La reinención de Medellín.	Octubre, 2012
175	Karelys Katina Guzmán	Los subsidios de oferta y el régimen subsidiado de salud en Colombia.	Noviembre, 2012
176	Andrés Sánchez Jabba	Manejo ambiental en Seaflower, Reserva de Biosfera en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	Noviembre, 2012
177	Luis Armando Galvis Adolfo Meisel	Convergencia y trampas espaciales de pobreza en Colombia: Evidencia reciente.	Diciembre, 2012
178	Karina Acosta	Cartagena, entre el progreso industrial y el rezago social.	Diciembre, 2012
179	Gerson Javier Pérez V.	La Política de Seguridad Democrática 2002-2006: efectos socioeconómicos en las áreas rurales.	Diciembre, 2012
180	María Aguilera Díaz	Bucaramanga: capital humano y crecimiento económico.	Enero, 2013
181	Andrés Sánchez Jabba	Violencia y narcotráfico en San Andrés	Febrero, 2013
182	Luis Armando Galvis	¿El triunfo de Bogotá?: desempeño reciente de la ciudad capital.	Febrero, 2013
183	Laura Cepeda y Adolfo Meisel	¿Habrà una segunda oportunidad sobre la tierra? Instituciones coloniales y disparidades económicas regionales en Colombia.	Marzo, 2013
184	Karelys Guzmán Finol	La industria de lácteos en Valledupar: primera en la región Caribe.	Marzo, 2013

185	Gerson Javier Pérez Valbuena	Barranquilla: avances recientes en sus indicadores socioeconómicos, y logros en la accesibilidad geográfica a la red pública hospitalaria.	Mayo, 2013
186	Luis Armando Galvis	Dinámica de crecimiento económico y demográfico regional en Colombia, 1985-2011	Mayo, 2013
187	Andrea Otero	Diferencias departamentales en las causas de mortalidad en Colombia	Mayo, 2013
188	Karelys Guzmán Finol	El río Cesar	Junio, 2013
189	Andrés Sánchez	La economía del bajo San Jorge	Julio, 2013
190	Andrea Otero	Río Ranchería: Entre la economía, la biodiversidad y la cultura	Julio, 2013
191	Andrés Sánchez Jabba	Bilingüismo en Colombia	Agosto, 2013
192	Gerson Javier Pérez Valbuena Adolfo Meisel Roca	Ley de Zipf y de Gibrat para Colombia y sus regiones:1835-2005	Octubre, 2013
193	Adolfo Meisel Roca Leonardo Bonilla Mejía Andrés Sánchez Jabba	Geografía económica de la Amazonia colombiana	Octubre, 2013
194	Karina Acosta	La economía de las aguas del río Sinú	Octubre, 2013
195	María Aguilera Díaz	Montes de María: Una subregión de economía campesina y empresarial	Diciembre, 2013
196	Luis Armando Galvis Adolfo Meisel Roca	Aspectos regionales de la movilidad social y la igualdad de oportunidades en Colombia	Enero, 2014
197	Andrés Sánchez Jabba	Crisis en la frontera	Enero, 2014
198	Jaime Bonet Joaquín Urrego	El Sistema General de Regalías: ¿mejoró, empeoró o quedó igual?	Enero, 2014
199	Karina Acosta Julio Romero	Estimación indirecta de la tasa de mortalidad infantil en Colombia, 1964-2008	Febrero, 2014
200	Yuri Carolina Reina A.	Acceso a los servicios de salud en las principales ciudades colombianas (2008-2012)	Marzo, 2014
201	Antonio José Orozco Gallo	Una aproximación regional a la eficiencia y productividad de los hospitales públicos colombianos	Marzo, 2014
202	Karelys Guzmán Finol	Radiografía de la oferta de servicios de salud en Colombia	Mayo, 2014
203	Jaime Bonet Karelys Guzmán Finol Joaquín Urrego Juan Miguel Villa	Efectos del nuevo Sistema General de Regalías sobre el desempeño fiscal municipal: un análisis dosis-respuesta	Junio, 2014
204	Jhorland Ayala García	La salud en Colombia: más cobertura pero menos acceso	Julio, 2014

205	Jaime Bonet Gerson Javier Pérez V. Jhorland Ayala	Contexto histórico y evolución del SGP en Colombia	Julio, 2014
206	Andrés Sánchez Jabba	Análisis de la respuesta del Estado colombiano frente al Fenómeno de La Niña 2010-2011: El caso de Santa Lucía	Julio, 2014
207	Luis Armando Galvis	Eficiencia en el uso de los recursos del SGP: los casos de la salud y la educación	Agosto, 2014
208	Gerson Javier Pérez V. Ferney Valencia Bernardo González Julio Cesar Cardona	Pereira: contexto actual y perspectivas	Septiembre, 2014
209	Karina Acosta Julio Romero P.	Cambios recientes en las principales causas de mortalidad en Colombia	Octubre, 2014
210	Jhorland Ayala García	Crecimiento económico y empleo en Ibagué	Diciembre, 2014
211	Lina Marcela Moyano Luis Armando Galvis	¿Oportunidades para el futuro?: la movilidad social de los adolescentes en Colombia	Diciembre, 2014
212	Jhorland Ayala García	Aspiraciones económicas, conflicto y trampas de pobreza en Colombia	Diciembre, 2014
213	Karina Acosta	La salud en las regiones colombianas: inequidad y morbilidad	Diciembre, 2014
214	María Aguilera Díaz	Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: instituciones, organizaciones y tecnología	Diciembre, 2014
215	Karelys Guzmán-Finol	¿Qué hay detrás de un cambio en la productividad hospitalaria?	Febrero, 2015
216	Luis Armando Galvis-Aponte Lucas Wilfried Hahn-De-Castro	Crecimiento municipal en Colombia: El papel de las externalidades espaciales, el capital humano y el capital físico	Febrero, 2015
217	Jhorland Ayala-García	Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia	Abril, 2015
218	Gerson Javier Pérez-Valbuena Alejandro Silva-Ureña	Una mirada a los gastos de bolsillo en salud para Colombia	Abril, 2015
219	Jaime Bonet-Morón Yuri Reina-Aranza	Necesidades de inversión y escenarios fiscales en Cartagena	Mayo, 2015
220	Antonio José Orozco-Gallo	Un análisis del gasto público en salud de los entes territoriales colombianos	Mayo, 2015
221	Karina Acosta-Ordoñez	Nutrición y desarrollo en el Pacífico colombiano	Julio, 2015
222	Jaime Bonet-Morón Karelys Guzmán-Finol	Un análisis regional de la salud en Colombia	Agosto, 2015
223	Gerson Javier Pérez-Valbuena Jhorland Ayala-García Edwin Jaime Chiriví-Bonilla	Urbanización y compromiso comunitario: cinco estudios de caso sobre infraestructura social en educación y salud	Agosto, 2015
224	Yuri Reina-Aranza	Violencia de pareja y estado de salud de la mujer en Colombia	Octubre, 2015

225	Gerson Javier Pérez-Valbuena Alí Miguel Arrieta-Arrieta José Gregorio Contreras- Anaya	Río Cauca: La geografía económica de su área de influencia	Octubre, 2015
226	Jhorland Ayala-García	Movilidad social en el Pacífico colombiano	Octubre, 2015
227	Ligia Alba Melo-Becerra Antonio José Orozco-Gallo	Eficiencia técnica de los hogares con producción agropecuaria en Colombia	Octubre, 2015
228	Adolfo Meisel-Roca María Aguilera-Díaz	Magangué: Capital humano, pobreza y finanzas públicas	Noviembre, 2015
229	María Aguilera-Díaz Alí Miguel Arrieta-Arrieta Andrés Fernando Carreño- Castellar Camila Uribe-Villa	Caracterización del comercio en Cartagena y Bolívar, 2000-2014	Diciembre, 2015
230	Mónica Sofía Gómez Luis Armando Galvis-Aponte Vicente Royuela	Calidad de vida laboral en Colombia: un índice multidimensional difuso.	Diciembre, 2015
231	Jaime Bonet-Morón Jhorland Ayala-García	Transferencias intergubernamentales y disparidades fiscales horizontales en Colombia	Diciembre, 2015
232	Julio Romero-Prieto	Población y desarrollo en el Pacífico colombiano	Diciembre, 2015
233	Luis Armando Galvis-Aponte Gerson Javier Pérez-Valbuena	Informalidad laboral y calidad del empleo en la Región Pacífica colombiana	Diciembre, 2015
234	Lucas Wilfried Hahn-De- Castro	Encadenamientos regionales en Colombia 2004 - 2012	Enero, 2016
235	Jaime Bonet-Morón Jhorland Ayala-García	La brecha fiscal territorial en Colombia	Mayo, 2016
236	Karelys Guzmán-Finol Ana María Estrada-Jabela	Los gobiernos departamentales y la inversión de regalías en Colombia	Junio, 2016
237	Lucas Wilfried Hahn-De- Castro	Un ejercicio de descomposición estructural para Colombia	Junio, 2016
238	Luis Armando Galvis-Aponte Lina Marcela Moyano-Támara Carlos Alberto Alba-Fajardo	La persistencia de la pobreza en el Pacífico colombiano y sus factores asociados	Junio, 2016
239	Iván Higuera-Mendieta	Persistencias históricas y discontinuidades espaciales: territorios comunitarios en el Pacífico colombiano	Junio, 2016
240	Julio E. Romero-Prieto	Aspectos socioeconómicos de la mortalidad en el Pacífico colombiano	Junio, 2016
241	Jaime Bonet-Morón Gerson Javier Pérez-Valbuena Edwin Jaime Chiriví-Bonilla	Informalidad laboral y en la vivienda: primeros indicios para las principales ciudades colombianas	Agosto, 2016
242	Ana María Estrada-Jabela Lewis Enrique Polo-Espinosa Gerson Javier Pérez-Valbuena Lucas Wilfried Hahn-De- Castro	Caracterización del mercado laboral en el sector hotelero de Cartagena y las principales áreas metropolitanas	Agosto, 2016

243 Ligia Alba Melo-Becerra
Lucas Wilfried Hahn-De-
Castro El desempeño municipal en el sector educativo: un análisis a partir
Dalma Sofia Ariza-Hernández de una función multiproducto Agosto, 2016
Cristian Oswaldo Carmona-
Sanchez