

**Eficiencia técnica de los hogares con  
producción agropecuaria en  
Colombia**

Por: Ligia Alba Melo-Becerra  
Antonio José Orozco-Gallo

Núm. 227  
Octubre, 2015



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.

## **Eficiencia técnica de los hogares con producción agropecuaria en Colombia\***

**Ligia Alba Melo-Becerra** ♦

**Antonio José Orozco-Gallo** ♦

---

\* Los autores agradecen a Boris E. Bravo-Ureta, profesor del departamento de Economía Agrícola de la Universidad de Connecticut, por las sugerencias y orientación para el desarrollo de este documento; a Carlos Gustavo Cano, miembro de la Junta Directiva del Banco de la República, por las recomendaciones y guía para conseguir información necesaria en la investigación; a José Gabriel Tafur, e Iván Rolando Castillo, del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, por el suministro de información y colaboración en el procesamiento de la base de datos; a Claudia Patricia Uribe de Corpoica por el suministro de información sobre sistemas productivos en Colombia. También agradecemos a Jaime Bonet, Armando Galvis, Jhorland Ayala, Jesús Barrios y Héctor Zárate por sus comentarios y sugerencias, y a Helena González y Esteban Larrota por su asistencia durante el desarrollo de esta investigación. 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.

♦ Banco de la República, Bogotá, Colombia. [lmelobec@banrep.gov.co](mailto:lmelobec@banrep.gov.co)

♦ Banco de la República, Barranquilla, Colombia. [aorozcga@banrep.gov.co](mailto:aorozcga@banrep.gov.co)

## Resumen

Este documento evalúa la eficiencia de la producción agropecuaria en Colombia, utilizando una muestra de 1.565 hogares con información del módulo rural de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) de 2011. El estudio considera que los hogares producen en diferentes sistemas productivos que varían por la geografía, el clima y los tipos de suelo, condiciones que pueden afectar la eficiencia en la producción y que hacen que el análisis bajo la misma frontera de producción no sea apropiado. Por esta razón, se utilizan técnicas de meta-frontera estocástica, las cuales permiten comparar la eficiencia técnica de los hogares al interior de cada sistema productivo y entre sistemas en relación con el sector agropecuario como un todo. Los resultados indican que los hogares en algunos sistemas de producción se podrían beneficiar de mejores condiciones de producción, debido a las ventajas de disponibilidad de recursos naturales y de clima, así como de condiciones socio-económicas más favorables. También se encuentra que en todos los sistemas, los hogares con mayor producción tienen medidas de eficiencia técnica más altas. De esta forma, se podrían obtener ganancias importantes en el sector, a través de programas que contribuyan a mejorar la eficiencia de los hogares dentro de los sistemas de producción y de políticas que ayuden a reducir la brecha tecnología de los diferentes sistemas con respecto a la meta-frontera. Lo anterior generaría impactos positivos en la calidad de vida de los pequeños agricultores y en la productividad del sector.

**Palabras clave:** Análisis de frontera estocástica, eficiencia agropecuaria, meta-frontera.

**Clasificación JEL:** C14, Q12, D24

## Abstract

In this paper, the efficiency of crop and livestock production in Colombia is assessed by using a sample of 1,565 households from the 2011 Quality of Life Survey. The study takes into account that households produce within different production systems that differ by geography, climate and soil types, conditions that can affect technical efficiency and make the analysis under the same production frontier inadequate. For this reason, stochastic metafrontier techniques are used, allowing the estimation of technical efficiency within each production system and between systems in relation to the sector as a whole. Results suggest that households in some production systems could be benefiting from better production conditions, because of advantages in the availability of natural resources and climate as well as more favorable socio-economic conditions. Additionally, we found that in all systems, households with higher production have higher measures of technical efficiency. Thus, significant gains could be achieved in the sector, through measures that contribute to improve the efficiency within the production systems and by policies that help to reduce the technology gap in relation to the metafrontier. These policies would have positive impacts on the quality of life of small farmers and on the productivity of sector.

**Keywords:** Stochastic frontier analysis, crop and livestock efficiency, metafrontier.

**JEL Classification:** C14, Q12, D24

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	1
2. Revisión de literatura .....	5
3. Metodología.....	8
4. Sistemas productivos del sector agropecuario.....	14
5. Datos.....	17
6. Resultados.....	24
6.1. Resultados por sistemas productivos .....	24
6.2. Resultados de la meta-frontera y la brecha tecnológica .....	36
7. Conclusiones. ....	43
Referencias bibliográficas .....	46
Anexos.....	52

## 1. Introducción

El sector agropecuario ha sido tradicionalmente una actividad productiva importante de la economía colombiana. No obstante, su participación en la producción nacional ha descendido durante los últimos años, la cual pasó de representar el 25% del PIB en 1965 a 6% en 2014. Además, Colombia fue el único país de América Latina donde el sector creció significativamente menos que la economía en su conjunto durante los últimos 10 años (Gómez *et al.*, 2011). Esta caída se ha visto reflejada en una reducción de la tasa de crecimiento de la productividad del sector y en un estancamiento del área cultivada, la cual registra actualmente una extensión similar a la observada en 1990 (Ludena, 2010; y Cano, 2013).

El bajo desarrollo del sector agropecuario colombiano encuentra sus raíces en problemas estructurales, asociados a políticas públicas que no consideran la importancia del desarrollo rural, ni las características de un sistema agrario excluyente, inequitativo y sustentado en una alta concentración de la tierra (Junguito, Perfetti y Becerra, 2014; Vergara, 2010; Cano, 2013). Estos problemas se manifiestan en limitaciones de entorno, que se caracteriza por ineficiencias en el uso del suelo, escasa adopción de tecnología, poca investigación agrícola, altos costos de la tierra y deficiente asignación de los recursos públicos (Gómez *et al.*, 2011; Junguito *et al.*, 2014; Vergara, 2010; Cano 2013). Por estas razones, el interés en medir y entender las causas de la ineficiencia en el uso de los recursos del sector ha cobrado importancia. Una mayor eficiencia podría, por un lado, mejorar las condiciones de vida de los productores y, por otro, aumentar los niveles de productividad del sector.

Un análisis de eficiencia del sector agropecuario en Colombia debe considerar que las unidades de producción, en este caso los hogares, adelantan su actividad en

distintos sistemas productivos, que no necesariamente se pueden evaluar bajo una misma frontera de producción. En efecto, en el país, la producción agropecuaria se realiza en diversas zonas que varían por las características de los suelos, la geografía, el clima, la disponibilidad de agua y las condiciones sociales. Estas diferencias definen tecnologías de producción peculiares que pueden tener impactos en la productividad y la eficiencia de la producción agropecuaria, debido a los requerimientos de insumos de capital y mano de obra y a las condiciones ambientales diversas que pueden enfrentar los hogares, incluyendo condiciones de violencia, como la presencia de grupos armados.

Teniendo en cuenta que la literatura sobre eficiencia del sector agropecuario en Colombia es limitada y se concentra en el análisis de productos específicos para algunas regiones del país como el café (Perdomo y Hueth, 2010; Perdomo y Mendieta, 2007), la piña (Trujillo e Iglesias, 2013), y la ganadería doble propósito (Gamarra, 2004), el objetivo de este trabajo es avanzar en el estudio de la eficiencia del sector agropecuario, considerando la presencia de diferentes sistemas productivos. Para ello, se utiliza la información del módulo rural de la ECV-2011, que provee información de producción agropecuaria y de los gastos en insumos de los hogares que reportaron que tenían fincas destinadas a la producción agrícola o pecuaria. La unidad de producción bajo análisis es el hogar, considerando que un hogar puede combinar la producción de diversos cultivos con bienes pecuarios, desde distintas fincas. En particular, el estudio evalúa la eficiencia técnica definida como la habilidad que tienen los hogares de obtener el máximo producto, dados unos insumos y una tecnología fija, asociada a diferentes sistemas de producción.

El análisis se concentra en los pequeños productores, tomando como referencia los hogares con valor de la producción menor o igual a \$8 millones del 2011, que representan el 81% de los hogares de la muestra con producción agropecuaria. Aunque las clasificaciones tradicionales de los productores agropecuarios se

realizan utilizando el tamaño de los predios y la metodología de unidad agrícola familiar (UAF), la muestra definida por valor de la producción anual se puede asociar a pequeños productores, los cuales representan un porcentaje importante de la población rural del país<sup>1</sup>. De acuerdo con Perfetti *et al.* (2013), el segmento de los pequeños productores es de gran importancia en el país por el peso que tienen en la generación de empleo rural y en la producción agrícola nacional. En particular, los pequeños productores representan el 72% de los 2.9 millones de trabajadores vinculados a la agricultura y aportan entre el 50% y el 68% de la producción nacional<sup>2</sup>.

El análisis empírico se lleva a cabo utilizando técnicas de meta-frontera estocástica, las cuales permiten comparar la eficiencia técnica de los hogares con producción agropecuaria al interior de cada sistema productivo y entre sistemas productivos en relación con el sector agropecuario como un todo. Aunque el concepto de meta-frontera y su relación con el concepto de función meta-producción datan de Hayami y Ruttan (1971), la aplicación para la medición de la eficiencia técnica fue introducida por Battese y Rao (2002). Recientemente, Huang, Huang y Liu (2014) desarrollaron una aproximación para la estimación de la meta-frontera utilizando

---

<sup>1</sup> Dentro de las clasificaciones por tamaño del predio se destacan la del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAG), que clasifica los predios en microfundio (menor o igual a 3 hectáreas, ha), minifundio (entre 3 y 10 ha), pequeño (entre 10 y 20 ha) mediano (entre 20 y 200 ha) y grande (más de 200 ha); y la del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo que clasifica los predios en pequeños (menos de 50 ha) medianos (entre 50 y 500 ha) y grandes (más de 500 ha). La clasificación del INCODER (Acuerdo 202 del 29 de diciembre de 2009) utiliza el concepto de UAF, que se define como número de hectáreas que se necesitan para satisfacer un ingreso promedio mensual esperado. De acuerdo con estas clasificaciones, alrededor del 95% de los hogares con valor de la producción menor o igual a \$8 millones, se puede clasificar como pequeño productor.

<sup>2</sup> El autor define como pequeños productores aquellos que desarrollan su actividad productiva en predios inferiores a 2 unidades agrícolas familiares (UAF) y emplean principalmente mano de obra familiar. La UAF se define como la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familias remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio (Artículo 1, Acuerdo 202 de 2009).

análisis estocástico, la cual es utilizada en este documento. La evaluación de la eficiencia del sector, utilizando esta metodología brinda elementos para definir medidas de política en dos frentes. En primer lugar, para mejorar el desempeño de los hogares en relación con las fronteras específicas del sistema productivo donde se encuentran localizados y, en segundo lugar, para el diseño de programas que permitan reducir la brecha tecnológica entre las fronteras específicas y la meta-frontera, los cuales pueden involucrar cambios en las tecnologías de producción de los diferentes sistemas productivos (O'Donnell, Rao y Battesse, 2008).

En general, los resultados indican que hay ganancias en eficiencia técnica que se podrían obtener por parte de los hogares que se dedican a la actividad agropecuaria. En particular, se encuentra que los hogares con más bajos niveles de producción registran en promedio las medidas de eficiencia más bajas. Teniendo en cuenta que un porcentaje importante de la producción agropecuaria del país se realiza por pequeños productores bajo un ambiente de pobreza y violencia, estos resultados resaltan la necesidad de adelantar políticas orientadas a mejorar las condiciones de producción del pequeño productor y de sus familias. Aumentos en la eficiencia de este grupo tendría impactos no solo en la productividad del sector, sino en el mejoramiento de las condiciones de vida de un grupo importante de la población rural del país.

Al comparar las medidas de eficiencia técnica obtenidas de cada sistema productivo con las derivadas de la meta-frontera, los resultados sugieren que los hogares de algunos sistemas productivos se estarían beneficiando de mejores condiciones de producción. De esta forma, para mejorar el desempeño del sector agropecuario como un todo, además de las medidas de política que contribuyan a mejorar la eficiencia de los hogares al interior de sus sistemas productivos, se requiere de políticas orientadas a fomentar el cambio tecnológico, teniendo en cuenta las características y necesidades propias de los distintos sistemas.

Este documento se divide en siete secciones. La segunda sección contiene una breve revisión de la literatura sobre eficiencia agropecuaria a nivel internacional y nacional. La tercera sección presenta la metodología de meta-frontera estocástica utilizada en las estimaciones. La cuarta hace una descripción de los sistemas productivos que se consideran en el análisis empírico. La quinta sección describe los datos utilizados en el análisis. La sexta sección presenta y discute los resultados de las estimaciones. La última sección expone las principales conclusiones.

## **2. Revisión de literatura**

La literatura sobre eficiencia del sector agropecuario es amplia y en su mayoría se concentra en la evaluación de la producción por fincas para diferentes productos agrícolas y pecuarios, como arroz, hortalizas, algodón y producción de lácteos. Los estudios han utilizado técnicas paramétricas y no paramétricas para evaluar la eficiencia técnica y la de costos. Es frecuente el uso de variables exógenas para explicar la ineficiencia encontrada. En tanto predomina el análisis de la producción expresada en valores monetarios más que en cantidades.

Entre las técnicas paramétricas más utilizadas se encuentra el Análisis de Frontera Estocástica (SFA, por sus siglas en inglés), el cual es utilizado por Rezitis, Tsiboukas y Tsoukalas (2002), Salim y Hossain (2006), Bravo-Ureta y Pinheiro (1997) y Ajibefun, Daramola y Falusi (2006) para evaluar la eficiencia de distintas fincas de Grecia, Bangladesh, República Dominicana y Nigeria, respectivamente. Bravo-Ureta y Pinheiro (1997) y Ajibefun *et al.* (2006) encontraron incidencia de variables exógenas como la educación y la experiencia de los granjeros sobre la eficiencia. Miljkovic, Miranda y Shaik (2013) también utilizaron análisis de frontera estocástica para evaluar 27 estados agricultores de Brasil, donde el capital fue el insumo más importante. Similar resultado hallaron Kompas y Nhu Che (2006) para

252 granjas lecheras de Australia. Por su parte, Kumbhakar, Biswas y Bailey (1989) y Michler y Shiveli (2015) coincidieron con que la eficiencia está directamente relacionada con el tamaño de la finca.

Esta última conclusión es confirmada por Latruffe *et al.* (2004) y Paul *et al.* (2004) en el caso de las fincas de Polonia y Estados Unidos, respectivamente. Además, los primeros autores encuentran que las granjas con vocación pecuaria son más eficientes que aquellas con vocación agrícola. En cambio, Brümmer (2001) sostiene que las granjas más diversificadas son más eficientes en el caso esloveno. Dichos estudios corroboraron sus resultados con los obtenidos mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés). En el caso de Latruffe *et al.* (2004) ambas metodologías conducen a resultados similares, mientras que Brümmer (2001) encuentra diferencias significativas en los intervalos de eficiencia. En esta misma línea metodológica, Adhikari y Bjorndal (2012) detectaron un alto grado de ineficiencia en la agricultura nepalés.

El DEA es la técnica no paramétrica más utilizada para medir la eficiencia agropecuaria. Con esta metodología, Ahmed, Zander y Garnett (2011), Chavas y Aliber (1993), Chavas, Petrie y Roth (2005) y Fletschner, Guirkinger y Boucher (2010) demuestran que el acceso al capital es un factor importante en el desempeño de distintas fincas de Bangladesh, Estados Unidos, Gambia y Perú, en su orden. Asimismo, Amores y Contreras (2009) utilizaron DEA para evaluar la eficiencia de diversas granjas con cultivos de oliva en España; y Lansink, Pietola y Bäckman (2002) para analizar granjas orgánicas y convencionales de Finlandia. Por su parte, Skevas, Lansink y Stefanou (2012), Atici y Podinovski (2015) y Kuo, Chen y Tsou (2014) complementaron dicha técnica con aplicaciones conocidas como *bootstrap approach*, *trade-off approach* y *undesirable outputs*, respectivamente.

En el caso colombiano, la literatura sobre eficiencia del sector agropecuario mediante análisis de frontera es reciente y relativamente limitada. Se destacan los trabajos de Gonzáles y Lopez (2003; 2007), quienes utilizaron una base de datos de 55 municipios, realizada por el Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y del Banco Mundial. El estudio más reciente evaluó 822 hogares con fincas utilizando técnicas de SFA, mientras que el otro analizó 925 fincas mediante la técnica DEA. En ambos casos la violencia resultó ser una variable exógena significativa, y el rango de eficiencia más bajo fue el obtenido con DEA. Perdomo y Hueth (2010) y Perdomo y Mendieta (2007) evaluaron la eficiencia de 999 fincas cafeteras de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, con información primaria de la encuesta cafetera aplicada por la facultad de agricultura y recursos naturales de la Universidad de Maryland y por la facultad economía de la Universidad de los Andes, utilizando técnicas de SFA y DEA.

Estos estudios coincidieron en identificar que gran parte de los pequeños y medianos caficultores son ineficientes, mientras que los grandes productores obtienen medidas de eficiencia más altas. Por último, Trujillo e Iglesias (2013) examinaron la producción de 194 agricultores de piña del departamento de Santander utilizando SFA, y encontraron una eficiencia media de 76%, donde la superficie, la educación y la experiencia fueron las variables más significativas. De otro lado, Gamarra (2004) utiliza la metodología DEA para estimar la eficiencia técnica de una muestra de 71 fincas ganaderas de doble propósito en la Costa Caribe. El autor encuentra que los departamentos con mayor grado de especialización en dicha actividad fueron los más eficientes.

Para analizar el desempeño de unidades productivas como fincas o firmas pertenecientes a grupos con distintas tecnologías es necesario analizar cada grupo en forma independiente y establecer una frontera común (meta-frontera). La meta-

frontera está basada en la idea de que todas las unidades productivas tienen un acceso potencial a una misma tecnología. Por medio de técnicas de programación lineal, Battese, Rao y O'Donnell (2004) estimaron una meta-frontera para 1.958 empresas textiles de Indonesia y O'Donnell *et al.* (2008) realizaron un análisis para el sector agropecuario de 97 países.

Estos últimos datos sirvieron para que Rao, O'Donnell y Battese (2003) diseñaran distintas meta-fronteras con la ayuda de técnicas paramétricas y no paramétricas. Posteriormente, Huang *et al.* (2014) estiman una meta-frontera, con estos datos, para evaluar el sector agropecuario mundial y otra, con 622 observaciones, para analizar el sector hotelero de Taiwán. Huang *et al.* (2014) utilizan el método de frontera estocástica para estimar la meta-frontera, que les permite separar los choques aleatorios de las brechas tecnológicas, siendo esta una ventaja frente a las técnicas de programación lineal. Estos autores restringen las inconsistencias de Rao *et al.* (2003) en cuanto al proceso de generación de datos. En el ámbito agropecuario, Jiang y Sharp (2015) estimaron una meta-frontera para 1.294 granjas lecheras de Nueva Zelandia utilizando técnicas de programación lineal, así pudieron determinar la tecnología de producción potencial para la industria láctea del país.

### **3. Metodología.**

Como se mencionó en la introducción, la eficiencia técnica de fincas agropecuarias que operan bajo tecnologías diferentes, no son comparables bajo una misma frontera de producción, teniendo en cuenta, como lo afirma O'Donnell *et al.* (2008), que técnicamente las unidades de producción hacen escogencias entre conjuntos de combinaciones de insumo-producto. En el caso particular del sector agropecuario, estos conjuntos pueden variar por las condiciones geográficas, de clima y de suelo, que definen los sistemas productivos. Algunos autores han tratado estas

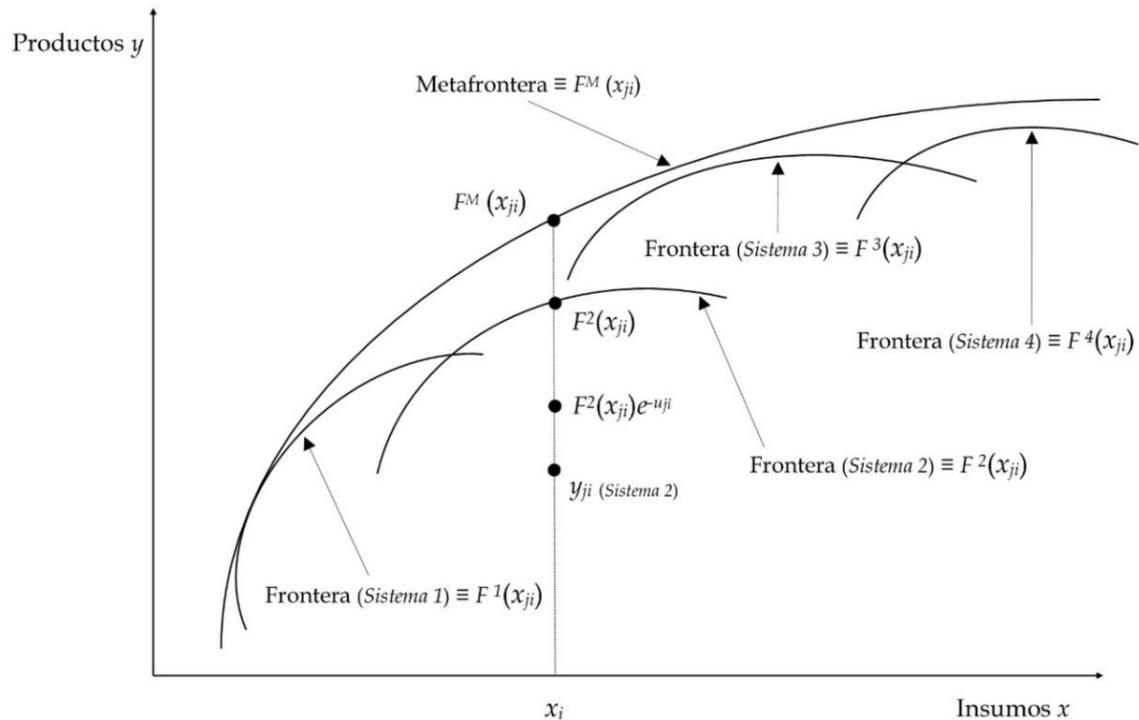
diferencias utilizando distintas fronteras de producción para cada uno de los grupos. Sin embargo, la desventaja de utilizar este método es que no se pueden realizar comparaciones de los resultados de la eficiencia entre grupos y entre estos y el sector como un todo.

Para la estimación de la eficiencia técnica en la presencia de grupos con diferentes características de tecnología, Battese y Rao (2002) introdujeron el concepto de meta-frontera, que permite estimar empíricamente, bajo una misma frontera de producción, las medidas de eficiencia de distintas unidades productivas asociadas a grupos con características de tecnología diferentes, las cuales pueden ser comparables entre sí. Este método fue revisado posteriormente por Battese *et al.* (2004) y O'Donnell *et al.* (2008). De acuerdo con la metodología propuesta por estos autores, las medidas de eficiencia relativa a la meta-frontera se pueden descomponer en dos componentes: uno que mide la distancia entre la relación insumo-producto de la unidad de producción con respecto a la frontera del sistema productivo al que pertenece y otro que mide la distancia entre la frontera de cada sistema y la meta-frontera (Figura 1).

Las propuestas metodológicas de Battese *et al.* (2004) y O'Donnell *et al.* (2008) utilizan un procedimiento de dos etapas para la estimación de las fronteras de los diferentes grupos y de la meta-frontera. En la primera etapa utilizan técnicas de frontera estocástica para estimar las fronteras específicas de cada grupo y en la segunda utilizan DEA para estimar la meta-frontera del sector o de la industria. Huang *et al.* (2014) proponen una nueva aproximación para estimar la eficiencia técnica de unidades de producción de grupos con tecnologías diversas. La principal diferencia con las propuestas anteriores es la utilización de técnicas de frontera estocástica en la segunda etapa para estimar la meta-frontera, garantizando en su estimación, las propiedades estadísticas del análisis de frontera estocástica. Adicionalmente, esta metodología estima las brechas tecnológicas

directamente y tiene la ventaja de que permite identificar las fuentes de variación entre los grupos de análisis.

**Figura 1**  
**Modelo de la función de la meta-frontera para diferentes sistemas productivos**



Fuente: Elaboración propia con base en Battese *et al.* (2004) y en Huang *et al.* (2014).

Dadas las ventajas de la meta-frontera estocástica y las particularidades del sector agropecuario del país, la estimación de la eficiencia técnica para la producción del sector se realiza utilizando la metodología propuesta por Huang *et al.* (2014). De acuerdo con esta metodología, la eficiencia técnica para las unidades de producción de cada uno de los sistemas productivos se deriva a partir de la estimación de una frontera de producción que sigue la aproximación de Battese y Coelli (1995), la cual considera que el término de ineficiencia  $U$ , es una función de las variables ambientales, que no están bajo el control de las unidades de producción pero que afectan su desempeño, así:

$$Y_{ji} = f^j(X_{ji})e^{V_{ji}-U_{ji}}, \text{ donde } U_{ij} \sim N[\delta_0 + \sum_{j,i=1}^M \delta_{ji} Z_{ji} \sigma^2]$$

$$j = 1, 2, \dots, J; \quad i = 1, 2, \dots, N_j \quad (1)$$

Donde  $Y_{ji}$  denota el producto; y  $X_{ji}$  el vector de insumos de la unidad de producción  $i$ th, en el grupo  $j$ th;  $V_{ji}$ , como en el análisis de frontera estocástica tradicional, es una variable aleatoria normalmente distribuida con media cero, que captura el ruido estocástico bajo la idea de que las desviaciones de la frontera no están totalmente bajo el control de las unidades de producción;  $U_{ji}$  representa la ineficiencia técnica; y  $\delta_0$  y  $\delta_{ji}$  son parámetros que deben ser estimados<sup>3</sup>. Se asume que  $V_{ji}$  es independiente de  $U_{ji}$  y sigue una distribución normal truncada. Así, la eficiencia técnica que se deriva del modelo para cada unidad de producción se asocia con un conjunto de  $M$  variables ambientales  $Z_{ji}$ ; específicas a cada unidad al interior de cada grupo, que se define como:

$$ET_i^j = \frac{Y_{ji}}{f^j(X_{ji})e^{V_{ji}}} = e^{-U_{ji}} \quad (2)$$

La meta-frontera de la función de producción común para todos los grupos se define como  $f^M(X_{ji})$ , la cual envuelve las fronteras individuales específicas de cada grupo:  $f^j(X_{ji})$ , y se expresa con la siguiente relación:

$$f^j(X_{ji}) = f^M(X_{ji})e^{-U_{ji}^M}, \quad \forall j, i \quad (3)$$

Donde  $U_{ji}^M \geq 0$ . Por lo tanto  $f^M(.) \geq f^j(.)$  y la relación entre la frontera de producción del grupo  $j$ th a la meta-frontera se define como la razón de la brecha de tecnología (RBT):

---

<sup>3</sup> Para más detalles de la aproximación de Battese y Coelli (1995) véase Coelli, Perelman y Romano (1999), y Melo y Espinosa (2005).

$$RBT_i^j = \frac{f^j(X_{ji})}{f^M(X_{ji})} = e^{-U_{ji}^M} \leq 1 \quad (4)$$

La Figura 1 muestra que la combinación insumo-producto de la unidad de producción  $i$ th, en el grupo  $j$ th con respecto a la meta-frontera,  $f^M(X_{ji})$  tiene tres componentes: La razón de la brecha tecnológica,  $RBT_i^j = \frac{f^j(X_{ji})}{f^M(X_{ji})}$ , la eficiencia técnica de cada unidad de producción,  $ET_i^j = \frac{Y_{ji}}{f^j(X_{ji})e^{V_{ji}}} = e^{-U_{ji}}$  y el componente aleatorio,  $\frac{Y_{ji}}{f^j(X_{ji})e^{-U_{ji}}} = e^{V_{ji}}$ , por lo que:

$$\frac{Y_{ji}}{f^M(X_{ji})} = RBT_i^j \times ET_i^j \times e^{V_{ji}} \quad (5)$$

Teniendo en cuenta que a partir de la estimación de la frontera estocástica se obtiene un componente aleatorio, la eficiencia técnica de cada unidad de producción, con respecto a la meta-frontera (ETM), se puede expresar como:

$$ETM_{ji} = \frac{Y_{ji}}{f^M(X_{ji})e^{V_{ji}}} = RBT_i^j \times ET_i^j \quad (6)$$

De esta forma, en el método propuesto por Huang *et al.* (2014), la estimación empírica de la meta-frontera toma en cuenta la estimación del error de las fronteras estimadas para cada grupo:  $\hat{f}^j(X_{ji})$  todo  $j = 1, 2, \dots, J$ , así:

$$\ln \hat{f}^j(X_{ji}) - \ln f^j(X_{ji}) = e_{ji} - \hat{e}_{ji} \quad (7)$$

Si definimos el error estimado como  $V_{ji}^M = e_{ji} - \hat{e}_{ji}$ , la relación de la meta-frontera se puede reescribir como:

$$\ln \hat{f}^j(X_{ji}) = \ln f^M(X_{ji}) - U_{ji}^M + V_{ji}^M, \quad \forall i, j = 1, 2, \dots, J \quad (8)$$

Esta regresión se asemeja a una frontera estocástica tradicional que llamaremos MFS, en la cual el componente de la brecha tecnológica,  $U_{ji}^M \geq 0$ , se distribuye

como una función normal truncada e independiente de  $V_{ji}^M$ . La forma  $\mu^M(Z_{ji})$  de la normal truncada es una función de las variables  $Z_{ji}$  para los diferentes grupos, siguiendo la aproximación de Battese y Coelli (1995), explicada anteriormente. Así, la propuesta de Huang *et al.* (2014) para la estimación de la meta-frontera se puede resumir en la estimación de dos regresiones de frontera estocástica, así:

$$\ln Y_{ji} = \ln f^j(X_{ji}) + V_{ji} - U_{ji}, \quad i = 1, 2, \dots, N_j; \quad (9)$$

$$\ln \hat{f}^j(X_{ji}) = \ln f^M(X_{ji}) + V_{ji}^M - U_{ji}^M \quad (10)$$

Donde  $\ln \hat{f}^j(X_{ji})$  corresponden a las estimaciones de la frontera para cada grupo, las cuales deben ser estimadas  $J$  veces. Las estimaciones  $\ln \hat{f}^j(X_{ji})$  de los distintos sistemas de producción se agrupan para estimar la meta-frontera (Ecuación 10). Para asegurar que la meta-frontera sea igual o mayor que las fronteras específicas para los diferentes grupos  $\ln f^j(X_{ji}) \leq \ln f^M(X_{ji})$ , el RBT estimado debe ser siempre menor o igual a 1.

$$\widehat{RBT}_i^j = \hat{E} \left( e^{-U_{ji}^M} \mid \hat{\varepsilon}_{ji}^M \right) \leq 1 \quad (11)$$

Donde  $\hat{\varepsilon}_{ji}^M = \ln \hat{f}^j(X_{ji}) - \ln \hat{f}^M(X_{ji})$  corresponde a los errores compuestos de la Ecuación (10). Adicionalmente, la brecha tecnológica es una función de las variables  $Z_{ji}$  a través de  $\mu^M(Z_{ji})$  y la varianza heteroscedástica de  $\sigma_u^{M^2}(Z_{ji})$ . Finalmente, la eficiencia técnica con respecto a la meta-frontera, ETM, es igual al producto de la razón de la brecha de tecnología, RBT, y la eficiencia técnica estimada para cada unidad de producción.

$$\widehat{ETM}_i^j = \widehat{RBT}_i^j \times \widehat{ET}_i^j \quad (12)$$

#### **4. Sistemas productivos del sector agropecuario.**

Colombia cuenta con una gran diversidad de tipos de suelo, geología, morfología, clima y características de relieve que hacen que la vocación y el uso de los suelos sean heterogéneos a lo largo del país. Estas características determinan tecnologías de producción diferentes, que definen sistemas productivos que no necesariamente son comparables bajo una misma frontera de producción, teniendo en cuenta que las necesidades de insumos y la tecnología requerida en la producción agropecuaria puede variar entre los sistemas. Así, hogares ubicados en distintos sistemas pueden enfrentar condiciones ambientales y de tecnología diferentes.

Algunas zonas del país tienen ventajas en la producción de ciertos cultivos y bienes pecuarios, por las diferencias en los requerimientos de insumos en la producción de bienes similares, que pueden verse reflejadas en mayores niveles de rentabilidad y menores costos de producción. Sin embargo, estas ventajas no son siempre aprovechadas. En efecto, de acuerdo con un estudio sobre conflictos del uso del suelo, coordinado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en el país muchas tierras con vocación agropecuaria se encuentran actualmente utilizadas inadecuadamente, mientras que tierras que tienen aptitud prioritaria para el uso forestal o agroforestal están siendo utilizadas en actividades agrícolas que son fuente principal de la producción de alimentos de la canasta básica (IGAC, 2012)<sup>4</sup>. Estos conflictos en el uso de la tierra, hacen que la actividad agrícola y pecuaria del país no siempre se localice en las tierras con mejor capacidad para el desarrollo de estas actividades, con consecuencias directas sobre el medio ambiente, la calidad de la tierra y los ingresos del sector agropecuario del país.

---

<sup>4</sup> La agricultura utiliza el 24% de las 22 millones de hectáreas con vocación de uso agrícola, mientras, de las 34,9 millones de hectáreas utilizadas en la ganadería, el 56% tiene una vocación distinta a su uso (Junguito *et al.*, 2014).

El conflicto entre el uso y la vocación real del suelo propicia la subutilización de áreas con aptitud agroecológica para la producción, como consecuencia del monopolio sobre la tierra<sup>5</sup> (Cano, 2013; Vergara, 2010; Junguito *et al.* 2014). En particular, Perfetti *et al.* (2013) señalan que el 70% de los predios (propiedades pequeñas con menos de 5 hectáreas) poseen el 6% de la tierra; mientras, el 1% de los predios (propiedades grandes con más de 200 hectáreas) concentran el 43%.

Perfetti *et al.* (2013) señalan que de las 114 millones de hectáreas de suelo que tiene Colombia, el 13,1 % se encuentra subutilizado. Lo anterior como consecuencia de la ganadería extensiva, actividad que sobrepasa en 19,7 millones de hectáreas su vocación de uso. La actividad pecuaria predomina sobre la agrícola en todas las regiones del país (Vergara, 2010). Sin embargo, esta superioridad es menor en los predios pequeños. En línea con el DANE y Minagricultura (2015), las unidades de producción agropecuaria (UPA) con menos de 5 hectáreas destinaron el 38,6% del suelo para fines agrícolas y el 54,8% para uso pecuario; mientras, las UPA con más de 500 hectáreas emplearon solo una quinta parte con fines agrícolas y el resto para uso pecuario y bosques naturales.

Dadas las diferencias en la vocación y el uso de los suelos que existen en el país, el análisis de eficiencia del sector agropecuario tiene en cuenta que los hogares producen en diversos sistemas productivos. Para esto, el país se divide en distintas zonas a partir de las características propias de los suelos, la geografía y el clima donde se encuentran ubicadas las fincas de los hogares de la muestra utilizada en el análisis. Con este fin se revisaron varias clasificaciones del uso y vocación de los

---

<sup>5</sup> Un tema que va más allá del alcance de esta investigación son las señales del mercado bajo las cuales los propietarios toman decisiones, lo cual puede tener impacto en la eficiencia del sector. En particular, el conflicto entre el uso y la vocación real de los suelos es una consecuencia de la estructura agraria, es decir, de los incentivos que genera el monopolio sobre la tierra. De acuerdo con Cano, (2013) y Vergara (2010), en Colombia predomina el propósito rentístico y especulativo sobre la tierra, por lo que no hay incentivos para darle un uso adecuado.

suelos realizadas por varias entidades del país, entre ellas la del IGAC y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), que consideran variables del suelo, relieve y clima de las diferentes zonas geográficas del país. Es importante anotar que varias de las clasificaciones están disponibles por zonas geográficas, las cuales no necesariamente están vinculadas a un municipio o región en particular.

Teniendo en cuenta los objetivos del estudio y la disponibilidad de información de la muestra de hogares, la identificación de los sistemas productivos se realizó utilizando como referencia la clasificación de conglomerados productivos agropecuarios realizada por el IGAC. Esta clasificación tiene la ventaja de que relaciona a los municipios del país con características propias de la producción agropecuaria, lo cual nos permite ubicar las fincas de los diferentes hogares en un grupo específico a partir de la información del código municipal. La clasificación del IGAC realizó la zonificación del país por asociación de municipios con características similares en fisiografía y conglomerados productivos, los cuales incluyen los conglomerados productivos del café, del arroz, de la papa, del banano y plátano de exportación, del cacao, de la caña de azúcar y de la ganadería<sup>6</sup>.

Utilizando como referencia la información de los conglomerados definidos por el IGAC, la muestra de los hogares con producción agropecuaria se clasificó en sistemas productivos utilizando análisis *cluster* y tomando como referencia la información de pisos térmicos asociada al municipio de localización del hogar y a cada uno de los conglomerados productivos. De acuerdo con los resultados del análisis, la muestra se dividió en cuatro grupos que definen diferentes sistemas productivos, de la siguiente forma:

---

<sup>6</sup> Para una descripción detallada de los conglomerados productivos véase IGAC (2012).

*Sistema productivo 1:* Considera las fincas de los hogares localizadas en municipios con alturas sobre el nivel del mar entre 0 y 600 metros (23,6% de la muestra). De acuerdo con información de la muestra en este grupo predominan los cultivos de arroz, maíz, yuca, plátano hartón, mango y café. También se registra producción de leche y ganado vacuno.

*Sistema productivo 2:* Considera las fincas de los hogares localizadas en municipios con alturas sobre el nivel del mar entre 601 y 1.200 metros (8,6% de la muestra). En este grupo se registran cultivos de café, plátano hartón, cacao en grano, caña panelera, tabaco en rama y maíz. También se registra producción de ganado vacuno, aves y leche.

*Sistema productivo 3:* Considera las fincas de los hogares localizadas en municipios con alturas sobre el nivel del mar entre 1.201 y 1.900 metros (28,1% de la muestra). En este sistema predomina el café, y en menor proporción los cultivos de plátano hartón, caña panelera, frijol, maní y yuca. También se registra producción de ganado vacuno, leche, aves y cerdos.

*Sistema productivo 4:* Considera las fincas de los hogares localizadas en municipios con alturas superiores a 1.900 metros sobre el nivel del mar (39,7% de la muestra). En este sistema predomina el cultivo de la papa, y en menor proporción los cultivos de café, maíz, arveja, cebolla (cabezona y rama), trigo, tomate, frijol, mora. También se registra producción de ganado vacuno, leche, aves, cerdos y huevos.

## **5. Datos**

El análisis empírico utiliza la información del módulo rural de la ECV de 2011, que provee información de producción agrícola y pecuaria a nivel de finca y de los gastos en insumos de los hogares que reportaron que tenían producción agropecuaria. De acuerdo con la información de la encuesta, los cultivos que

predominan son el café, el cual se produce en 711 hogares, el maíz en 561 hogares, la papa en 296 hogares, el arroz en 122 hogares y los cultivos de hortalizas en 448 hogares<sup>7</sup>. De otro lado, 611 hogares tienen producción pecuaria, la cual se concentra en la producción de leche, aves, ganado vacuno, huevos y cerdos.

Es importante anotar que un hogar puede tener varias fincas y las fincas pueden tener producción de diferentes cultivos agrícolas y/o productos pecuarios<sup>8</sup>. Aunque predominan las fincas que cultivan un solo producto, también es común encontrar la producción de cultivos asociados en una sola finca. Por ejemplo, las fincas que producen café también cultivan maíz, yuca, frijol y caña de azúcar. Las fincas que producen yuca también producen maíz, arroz, frijol, cacao y caña de azúcar. Las fincas que producen papa también cultivan maíz, arveja y hortalizas. Muchas fincas también combinan la producción de cultivos agrícolas con productos pecuarios. Por ejemplo, 130 de las fincas que producen café también tiene algún tipo de producción pecuaria, lo mismo sucede con 149 de las que producen maíz y 118 de las que producen papa.

Dada la gran diversidad de combinaciones de productos que un hogar puede tener en distintas fincas y teniendo en cuenta que las decisiones sobre compra de insumos se realizan a nivel de hogar, la unidad de producción bajo análisis es el hogar<sup>9</sup>. Considerando la heterogeneidad existente en las unidades de producción de los bienes agrícolas y pecuarios de la muestra, la información total de los

---

<sup>7</sup> Las hortalizas incluyen cultivos de mijo, quinua, brócoli, coliflor, lechuga, espinaca, acelga, cilantro, apio, pepino cohombro, pepino guiso, berenjenas, tomates, calabaza, repollo, pimentón, ahuyama, frijoles, arveja, habichuela, zanahoria, cebolla cabezona y de rama, ajos y remolacha.

<sup>8</sup> De acuerdo con la información de la encuesta el 83% de los hogares adelantan su producción en una sola finca, el 13% en dos fincas y el 4% en tres o más fincas.

<sup>9</sup> Después de realizar la agrupación de la producción por hogar se encontró que el 50% de los hogares produce un solo producto, el 28% dos productos, el 12% tres productos y el 10% restante cuatro productos o más.

diferentes cultivos y de la producción pecuaria de los hogares se valorizó en pesos del año 2011, año de realización de la encuesta. Es importante anotar que el valor de la producción registra gran varianza, lo que podría indicar la presencia de diversas tecnologías de producción, debido a diferencias en los requerimientos de capital físico, humano y financiero, que deberían analizarse bajo fronteras de producción particulares.

Por esta razón, el análisis empírico se concentra en los hogares de pequeña producción, tomando como referencia los hogares con producción agregada igual o inferior a \$8 millones, los cuales representan el 81% de la muestra total de los hogares con producción agropecuaria. Como se mencionó en la introducción del documento, aunque las clasificaciones tradicionales sobre tamaño de los productores agropecuarios se realizan utilizando el tamaño de los predios y la metodología de la UAF, esta muestra por valor de la producción se puede asociar a pequeños productores<sup>10</sup>.

Con respecto a los insumos, la encuesta suministra información sobre los costos monetarios asociados a la producción tanto pecuaria como agrícola pagados por el hogar, durante los últimos 12 meses. En particular, la encuesta indaga sobre pago de arriendos, pago de trabajadores, compra de semillas y fertilizantes, compra de animales para cría, de alimentos y empaques para productos, gastos en transporte, intereses de créditos, asistencia técnica, alquiler y reparación de maquinaria, y sobre otros gastos asociados con la explotación agropecuaria. Es importante anotar que no todos los hogares registran información para todos los rubros de insumos, por lo que en el ejercicio se incluye la información total valorizada en pesos, lo cual

---

<sup>10</sup> Utilizando las clasificaciones por tamaño de los predios, del IGAC y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, y la metodología de la UAF, alrededor del 95% de los hogares con valor de la producción inferior a \$8 millones se puede clasificar como pequeño productor.

es consistente con la información de producción y evita que se pierda información de los hogares que tienen gastos solo en algunos rubros, al tratar los insumos en forma independiente<sup>11</sup>. Como insumo también se incluye el área total de las fincas que tienen producción agropecuaria, medida en hectáreas.

En la muestra final se excluyeron los hogares que aunque reportaron tener fincas no tenían producción agrícola ni pecuaria, también se excluyeron aquellos hogares que teniendo producción agropecuaria, reportaron que no tenían ningún costo monetario asociado a la producción. Además, se revisaron algunas inconsistencias en la información de la encuesta<sup>12</sup>. Después de realizar estos ajustes, el número total de hogares bajo análisis es de 1.565, de los cuales el 67% tiene producción agrícola exclusiva, el 11% solo producción pecuaria y el 22% combina producción agrícola y pecuaria.

Como se mencionó en la sección de metodología, el ejercicio empírico considera en la estimación de las fronteras específicas de los sistemas productivos y de la meta-frontera del sector como un todo, el efecto de diferentes variables ambientales,  $Z_{ji}$ . Las variables ambientales que se incluyen en la primera etapa de la estimación contribuyen a explicar la eficiencia técnica de los hogares con respecto a la frontera de producción de cada sistema. Aprovechando la información de la ECV de los módulos de personas, en este grupo de variables se incluyen características del jefe del hogar como el género (*Género\_m*) y el nivel educativo más alto alcanzado (*Educación*). Otras variables que se incluyen son la presencia de fuentes de agua en

---

<sup>11</sup> Por ejemplo, cerca de la mitad de los hogares no reportaron costos de mano de obra, lo cual puede obedecer a que muchos hogares no contabilizan este rubro en los costos de insumos.

<sup>12</sup> En la encuesta se encontró que varios hogares respondieron con el valor total de la producción, a la pregunta sobre el valor de la producción por unidad de medida. Para corregir esta inconsistencia se utilizó como referencia la información de precios de la red de información y comunicación del sector agropecuario - AGRONET Colombia.

la finca (*Fuentes\_agua*), la cantidad de productos agrícolas y pecuarios que produce el hogar (*Q\_productos*) y los porcentajes de productos destinados a ventas (*Pr\_ventas*) y al autoconsumo (*Pr\_autoconsumo*).

De otro lado, teniendo en cuenta que muchas zonas del país son afectadas por diferentes formas de violencia que pueden tener impacto sobre la producción agropecuaria y en consecuencia sobre su eficiencia, se incluyó una variable dicótoma que toma el valor de 1 si en el municipio donde está ubicado el hogar hay presencia de grupos armados al margen de la Ley, incluyendo la presencia del ELN, FARC y AUC (*D\_violencia*). Se incluyó, además, una variable dicótoma para controlar por la presencia y la fumigación de cultivos de coca en los municipios (*D\_cultivos\_coca*). La información de las variables municipales proviene del panel municipal del Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE) de la Universidad de los Andes<sup>13</sup>.

Las variables ambientales de los sistemas productivos incluidas en la estimación de la segunda etapa de la meta-frontera, que contribuyen a explicar la relación de la brecha tecnológica de cada grupo, incluyen variables dicótomas que identifican la región geográfica donde está localizado el hogar. Además, se incluyó un indicador de erosión de la tierra (*Erosión*), teniendo en cuenta que un porcentaje importante de las tierras del país enfrentan este problema<sup>14</sup>. Por último, con el fin de evaluar el efecto de la cercanía de los mercados, se incluyó el logaritmo de la distancia lineal

---

<sup>13</sup> La presencia de grupos armados a nivel municipal fue calculada por el CEDE a partir de la información obtenida de la Policía Nacional, del Departamento Administrativo de Seguridad y del Departamento Nacional de Planeación. Mientras que la información sobre cultivos de coca proviene del Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos SIMCI de Naciones Unidas.

<sup>14</sup> De acuerdo con un estudio del IGAC (2012), el 35% del total de las tierras del país se encuentran afectadas por problemas de erosión. En particular, 4'300.000 hectáreas están erosionadas en forma severa y muy severa, y 12'916.000 hectáreas en grado moderado.

del municipio donde está ubicado el hogar al municipio donde se encuentra el principal mercado mayorista de alimentos (*Dist\_mercado*).

La Tabla 1 presenta la media y la desviación estándar de las distintas variables para la muestra final de hogares utilizadas en las fronteras específicas de los sistemas de producción y en la meta-frontera. De esta información se puede destacar que el sistema 2, que incluye fincas ubicadas en municipios con alturas entre 601 y 1.200 metros sobre el nivel del mar, tiene en promedio los valores de producción y de insumos más altos, aunque es importante señalar que en todos los sistemas existe una gran dispersión en estas variables. De otro lado, en el sistema 4 se registran en promedio las fincas más grandes, aunque la dispersión en el tamaño es también mayor en este sistema. En cuanto a las características del jefe del hogar se observa, para todos los grupos, que el 78% o más es de género masculino y que el promedio del nivel de educación más alto alcanzado no supera 3,5 años. Vale la pena destacar que de acuerdo con la distribución de la variable, el 89% de los jefes de hogar de la muestra alcanzaron como máximo nivel de educación quinto de primaria.

Con respecto al destino de la producción, vale la pena destacar que los hogares de los sistemas 2 y 3 son los que en promedio destinan más porcentaje de su producción a las ventas, superando en los dos casos el 80%. Además, se observa que los sistemas más afectados por la presencia de grupos al margen de la ley son el 2 y el 3. En estos grupos alrededor del 60% de los hogares están ubicados en municipios donde hay presencia de grupos armados. También, se puede destacar que los hogares que se encuentran más distantes de un mercado mayorista son los del sistema 1, mientras que los más cercanos son los de sistema 2. Finalmente, se observa que todos los hogares de la región Caribe están localizados en el sistema 1, los del Valle del Cauca en los sistemas 2 y 3, mientras que los hogares de la región oriental, central y pacífica se distribuyen en los cuatro sistemas de producción.

**Tabla 1**  
**Estadísticas descriptivas**

Variable	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4	
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.
Valor producción ( <i>Millones de \$</i> )	2.0108.080	2.030.248	2.757.706	2.169.329	2.279.092	1.968.317	2.037.227	1.927.523
Valor insumos totales ( <i>Millones de \$</i> )	550.876	906.678	839.503	1.122.837	673.991	1.003.929	633.285	832.203
Área total de las fincas ( <i>Ha<sup>2</sup></i> )	9,52	21,88	7,75	13,14	6,53	57,53	27,56	379,37
<b>Variables ambientales primera etapa</b>								
<i>Género_m</i>	0,8672	0,3398	0,8370	0,3707	0,8701	0,3365	0,7877	0,4092
<i>Educación</i>	3,2791	3,1330	3,3134	2,3791	3,4874	2,6943	3,4646	2,4166
<i>Fuentes_agua</i>	0,6097	0,4884	0,6666	0,4731	0,6173	0,4865	0,5980	0,4906
<i>Q_productos</i>	1,8428	1,0643	1,9259	1,2849	2,1253	1,3849	1,8408	1,0984
<i>Pr_ventas</i>	0,6567	0,3804	0,8332	0,2907	0,8013	0,3052	0,7614	0,3233
<i>Pr_autoconsumo</i>	0,3853	0,3745	0,2040	0,3278	0,3413	0,3775	0,3195	0,3562
<i>D_violencia</i>	0,3441	0,4757	0,6222	0,4866	0,6309	0,4830	0,2668	0,4426
<i>D_cultivos_coca</i>	0,1544	0,3618	0,0962	0,2960	0,0523	0,2230	0,0546	0,4426
<b>Variables ambientales segunda etapa</b>								
<i>D_Caribe</i>	0,6205	0,4858						
<i>D_Oriental</i>	0,1029	0,3043	0,3481	0,4781	0,2209	0,4153	0,4549	0,4983
<i>D_Central</i>	0,0731	0,2607	0,1777	0,3837	0,1343	0,3414	0,0562	0,2306
<i>D_Pacífica</i>	0,2032	0,4029	0,2814	0,4513	0,6378	0,4811	0,8870	0,5002
<i>D_Valle</i>			0,1925	0,3958	0,0068	0,0824		
<i>Erosión</i>	1,5150	0,9944	2,9165	1,0692	2,1392	1,1672	1,6353	0,9683
<i>Dist_mercado</i>	202,05	102,42	91,18	71,95	129,19	66,74	171,95	79,59

Fuente: Cálculos de los autores con base en información de la ECV y del panel municipal del CEDE.

## 6. Resultados

Como se explicó en la sección de metodología, la estimación de la meta-frontera se realiza en dos etapas. En la primera se estiman las fronteras específicas de los diferentes grupos (Ecuación 9); y en la segunda se estima la meta-frontera del sector, a partir de los estimadores,  $\ln \hat{f}^j(X_{ji})$ , obtenidos de los  $J$  sistemas productivos (Ecuación 10).

### 6.1. Resultados por sistemas productivos

La estimación de las  $J$ th fronteras estocásticas específicas a cada sistema productivo se realiza utilizando la aproximación de Battese y Coelli (1995), en la cual las variables ambientales afectan el término de eficiencia. Con el fin de examinar si los cuatro sistemas productivos tienen efectivamente tecnologías diferentes se aplicó una prueba de razón de verosimilitud. Si la producción agropecuaria de los hogares presentara tecnologías similares que pudieran ser determinadas en una única frontera de producción, no sería necesario calcular los niveles de eficiencia en relación a la meta-frontera de producción. La prueba se aplica para la hipótesis nula de que las fronteras de producción de los cuatro sistemas productivos son las mismas para todos los hogares en el país. La hipótesis se evalúa después de estimar la frontera estocástica incluyendo los hogares de todos los sistemas productivos<sup>15</sup>. El valor del estadístico de la razón de verosimilitud es de 101.5, el cual es significativo teniendo en cuenta los grados de libertad de la distribución Chi-cuadrado de la diferencia entre el número de parámetros estimados bajo  $H_1$  y

---

<sup>15</sup> Siguiendo a Battese *et al.* (2004), el estadístico de la razón de verosimilitud se define como  $\lambda = -2 \left\{ \ln \left[ \frac{L(H_0)}{L(H_1)} \right] \right\} = -2 \{ \ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)] \}$ , donde  $\ln[L(H_0)]$  es el valor de la función *loglikelihood* para la frontera estimada agrupando los hogares de todos los sistemas y  $\ln[L(H_1)]$  es la suma de los valores de las funciones *loglikelihood* de las fronteras de producción específicas a cada uno de los cuatro sistemas.

$H_0$  ( $gl.=55$ ), sugiriendo que las fronteras estocásticas de los cuatro sistemas productivos para los hogares con producción agropecuaria no son las mismas y deben ser estimadas en forma independiente.

De otro lado, la prueba de la razón de verosimilitud que compara la estimación del modelo utilizando una función translog con el modelo que utiliza una función Cobb-Douglas ( $H_0: \beta_{ji} = 0$ ), solo se rechaza para el sistema 2 (Anexo A). No obstante, la estimación de las fronteras específicas de los distintos grupos se realiza utilizando la función translog, ya que la metodología propuesta por Huang *et al.* (2014) requiere que las funciones de producción de los diversos sistemas utilicen la misma función. De esta forma, la estimación de las fronteras de los diferentes sistemas productivos para el caso de  $K$  insumos y  $M$  variables ambientales de cada unidad de producción, se especifica como:

$$\ln Y_{ji} = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k \ln X_{kji} + 0.5 \sum_{k=1}^K \sum_{n \geq k}^K \beta_{kn} \ln X_{kji} \ln X_{nji} + V_{ji} + U_{ji}$$

$$U_{mji} \sim N[\delta_0 + \sum_{m=1}^M \delta_m Z_{mji} \sigma^2] \quad (13)$$

Donde  $Y_{ji}$  denota el valor de la producción del hogar  $i$ th, en cada uno de los  $j$ th sistemas de producción;  $X_{kji}$  el vector de insumos, que incluye el valor de los insumos y el área total de las fincas;  $Z_{ji}$  el vector de variables ambientales, que incluye características de los jefes del hogar, variables de las fincas y municipios donde está ubicado el hogar, explicadas en la sesión anterior;  $V_{ji}$  representa el ruido estocástico aleatorio; y  $U_{ji}$  representa la ineficiencia técnica.

Los parámetros estimados para los diferentes sistemas productivos y las desviaciones estándar se presentan en la Tabla 2. Los coeficientes de primer orden del total de insumos y del tamaño de las fincas, los cuales corresponden a las elasticidades parciales promedio teniendo en cuenta que las variables fueron

normalizadas con respecto a su media, sugieren que un aumento en los insumos, incluyendo la tierra, se ve reflejado, en mayores niveles de producción. En efecto, los resultados indican que existe una relación positiva y significativa entre los insumos utilizados y el valor de la producción agropecuaria para los cuatro sistemas productivos. Sin embargo, la suma de los coeficientes de primer orden, los cuales son inferiores a la unidad, indican que la estructura de producción estaría operando bajo rendimientos decrecientes a escala, resultado que puede estar asociado al manejo de fertilizantes e insecticidas y al uso intensivo de la tierra. Sobre esta tema Perfetti *et al.* (2013) señalan que la limitación de tierra que tienen los pequeños productores puede conllevar al uso intensivo de la misma y generar menores ingresos per cápita.

Con respecto a las variables ambientales, se puede destacar que el género y la educación del jefe del hogar no son significativos en ninguno de los sistemas de producción, lo cual es consistente con la alta participación de jefes del género masculino (alrededor de 80%), y el máximo nivel de educación alcanzado, que en promedio es inferior a 3,5 años<sup>16</sup>. Las variables ambientales restantes tienen los signos esperados en los distintos sistemas<sup>17</sup>. En particular, la presencia de fuentes de agua en la finca, la cantidad de productos que produce el hogar y el porcentaje de producción dedicada a las ventas tienen un efecto positivo y significativo sobre la producción y la eficiencia de los hogares, mientras que el porcentaje de producción dedicado al autoconsumo tiene un efecto negativo.

---

<sup>16</sup> García y Jiménez (2011) que también encuentran que la educación no tiene un impacto significativo sobre la producción agropecuaria, sugieren que este resultado puede obedecer a que la educación no aporta a los estudiantes las competencias necesarias para el aprovechamiento adecuado del “factor tierra” y en esta medida obtener mejores resultados en el sector.

<sup>17</sup> De acuerdo con la aproximación de Battese y Coelli (1995), en las estimaciones de la ecuación 13 un coeficiente negativo implica que la variable tiene un efecto positivo sobre la eficiencia técnica.

**Tabla 2**  
**Parámetros estimados de las fronteras de producción por sistemas productivos**

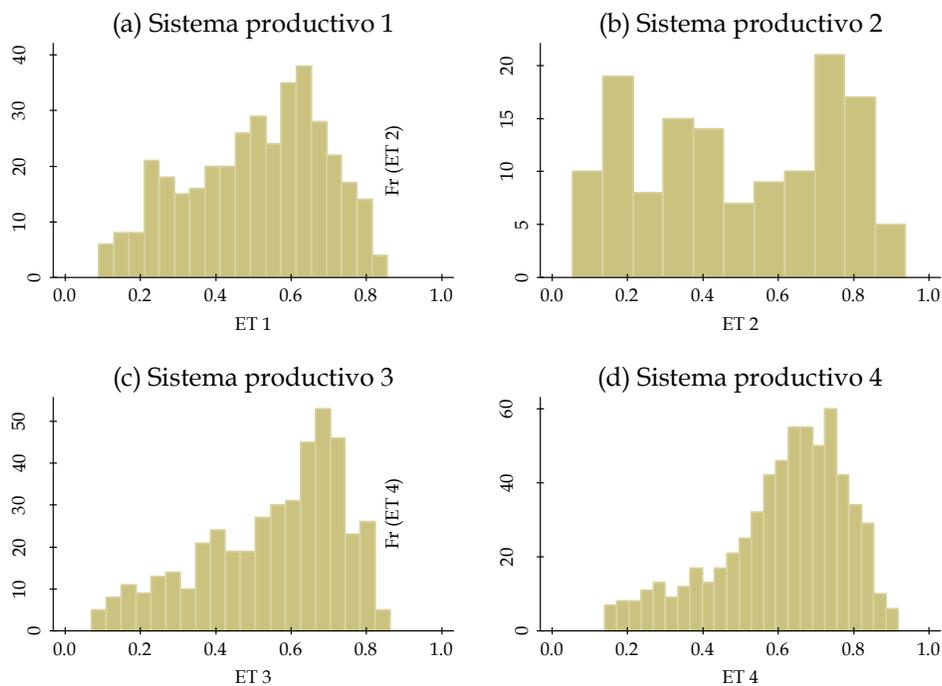
Parámetros	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4	
	Coefficiente	Error est.						
Constante	0,8280***	0,2597	1,0464***	0,0925	0,7521***	0,2393	0,5412***	0,1809
$\ln X_1$	0,4481***	0,0361	0,3923***	0,0413	0,3993***	0,0314	0,5086***	0,0265
$\ln X_2$	0,0851***	0,0266	0,0583	0,0369	0,1120***	0,0281	0,0474**	0,0206
$\ln X_1 \times \ln X_1$	-0,0138	0,0363	-0,0554	0,0401	-0,0268	0,0319	0,0482*	0,0259
$\ln X_2 \times \ln X_2$	0,0146	0,0101	-0,0018	0,0101	0,0261*	0,0136	0,0070	0,0073
$\ln X_1 \times \ln X_2$	-0,2173	0,0189	-0,0804***	0,0240	-0,0263	0,0185	-0,0199	0,0128
<b>Variables ambientales</b>								
Constante	1,5934***	0,4236	1,0504	0,7033	1,4905***	0,3496	1,3860***	0,2306
Género_m	-0,2137	0,2098	-0,4679	0,3250	-0,0967	0,1884	-0,1748	0,1115
Educación	-0,0201	0,0243	-0,0599	0,0534	0,0435*	0,0247	0,0295	0,0190
Fuentes_agua	-0,1154	0,1538	-0,7524**	0,3044	-0,4247**	0,1970	-0,2872**	0,1216
Q_productos	-0,4270**	0,1685	-0,2490*	0,1440	-0,2628***	0,0894	-0,2903***	0,0882
Pr_ventas	-0,3220	0,2924	0,0964	0,4932	-0,9542***	0,2534	-0,5278***	0,1539
Pr_autoconsumo	0,7635**	0,3238	1,4304***	0,5558	0,8107***	0,3039	0,6301***	0,1845
D_violencia	-0,1567	0,1614	0,6781**	0,3341	-0,0471	0,1628	-0,0899	0,1132
D_cultivos_coca	0,1026	0,2021	0,5508	0,3888	0,9922***	0,2780	-0,2124	0,2522
$\sigma_u^2$	0,4258***	0,1859	0,8197***	0,2594	0,4412***	0,2091	0,1531**	0,0802
$\sigma_v^2$	0,3809***	0,1093	0,0452**	0,0221	0,3098***	0,1116	0,4263***	0,0557
$\gamma$	0,5278***	0,1369	0,9476***	0,0303	0,5874***	0,1926	0,2642***	0,1217
Log likelihood	-435,61***		-123,65***		-479,85***		-678,40***	

\*\*\* p<0.01. \*\* p<0.05. \* p<0.1.

Fuente: Cálculos de los autores.

Otro resultado es que la presencia de grupos al margen de la ley en el municipio donde está localizada la finca afecta en forma negativa y significativa la producción y la eficiencia de los hogares localizados en el sistema 2, mientras que la presencia y la fumigación de cultivos de coca afecta en forma negativa y significativa a los hogares localizados en el sistema 3. Es importante señalar que en el sistema 2, el 62% de los hogares están localizados en municipios con presencia de grupos armados y en el sistema 3, el 5% de los hogares están ubicados en municipios con cultivos de coca. En general, la violencia y la presencia de cultivos ilícitos, como lo sostienen Cano *et al.* (2012), “crean entornos persistentes y sistemáticos de incertidumbre social, política y económica” que generan escenarios desfavorables para la producción agropecuarias”.

**Gráfico 1**  
**Distribución de frecuencias de la eficiencia técnica (ET) por sistema productivo**



Fuente: Cálculos de los autores.

La Tabla 2 también presenta el parámetro gamma ( $\gamma$ ), que corresponde a la participación estimada del término de ineficiencia en la varianza del error compuesto, el cual es significativo en todos los casos. De otro lado, las varianzas de los componentes del término de error,  $\sigma_u^2$  y  $\sigma_v^2$ , sugieren que en los sistemas 1, 2 y 3 un porcentaje importante de su varianza se debe a factores que pueden ser controlados por los hogares. En efecto, en estos sistemas la varianza del término de error es explicada por la ineficiencia en 53%, 95% y 59%, respectivamente.

A partir de la estimación de las funciones estocásticas de cada sistema productivo se calcularon las medidas de ineficiencia técnica para los distintos hogares. En la Tabla 3 se presentan los promedios y las desviaciones estándar de las medidas de eficiencia por sistema de producción, por valor de la producción, por vocación de la producción del hogar (agrícola, pecuario y mixto) y por principal producto de producción del hogar. Los resultados indican que el sistema 4 tiene en promedio la mayor eficiencia técnica (61%), seguida del sistema 3 (55%) y de los sistemas 1 y 2 (alrededor de 50%). Vale la pena señalar que las medidas de eficiencia presentan una gran dispersión entre los hogares al interior de los sistemas productivos. En efecto las desviaciones estándar varían entre 17%, en el sistema 4, y 25%, en el sistema 2, y los valores de eficiencia varían entre un mínimo de 5% y un máximo de 99%. La distribución de frecuencias de las medidas de eficiencia que se presentan en el Gráfico 1 confirma la variabilidad de la eficiencia técnica en los hogares por sistemas. Estos resultados sugieren que se pueden obtener ganancias potenciales importantes en términos de eficiencia por parte de los hogares con producción agropecuaria.

De otro lado, se realizó una ordenación de las medidas de eficiencia por valor de la producción. Los resultados indican, por sistemas de producción, que los hogares con mayor valor de la producción presentan la eficiencia técnica más alta y menor dispersión en los datos, mientras que los hogares con menor valor de la

producción registran la más baja eficiencia y mayor dispersión de los resultados (Gráfico 2)<sup>18</sup>. En efecto, para los hogares que tienen producción superior a \$ 6 millones, la eficiencia técnica varía en promedio entre 72% (sistema 1) y 80% (sistema 2) y la dispersión es alrededor de 7% para los diferentes sistemas. Para los hogares que tienen un valor de producción mayor a \$ 2 millones y menor a \$ 6 millones, la eficiencia técnica promedio varía entre 63% (sistema 1) y 72% (sistema 4) y la desviación estándar entre 9% y 16%. Por su parte, los hogares con valor de la producción menor a \$ 2 millones presentan la eficiencia más baja, la cual varían entre 29% (sistema 2) y 53% (sistema 4) y las mayores desviaciones estándar que fluctúan entre 16% y 19% (Tabla 3).

Vale la pena señalar que otros estudios también han encontrado que las unidades de producción más pequeñas presentan generalmente los mayores niveles de ineficiencia. Por ejemplo Kumbhakar *et al.* (1989) encuentran para las fincas de producción de leche de Utah, que las de mayor producción son las más eficientes. Morrison, Nehring y Banker (2004) hallaron en un estudio para las fincas de maíz de Estados Unidos, en el periodo 1996-2001, que las fincas agrícolas pequeñas son ineficientes en escala y técnica. Adhikari y Bjorndal (2012) hicieron lo propio para Nepal, donde las fincas de menor tamaño son las más ineficientes. En Colombia, Perdomo y Hueth (2010) y Perdomo y Mendieta (2007) encuentran que los pequeños y medianos productores de café son más ineficientes cuando se comparan con los grandes productores.

A pesar de que el análisis se concentra en los hogares con valor de la producción inferior a \$8 millones, las diferencias en las medidas de eficiencia sugieren que los

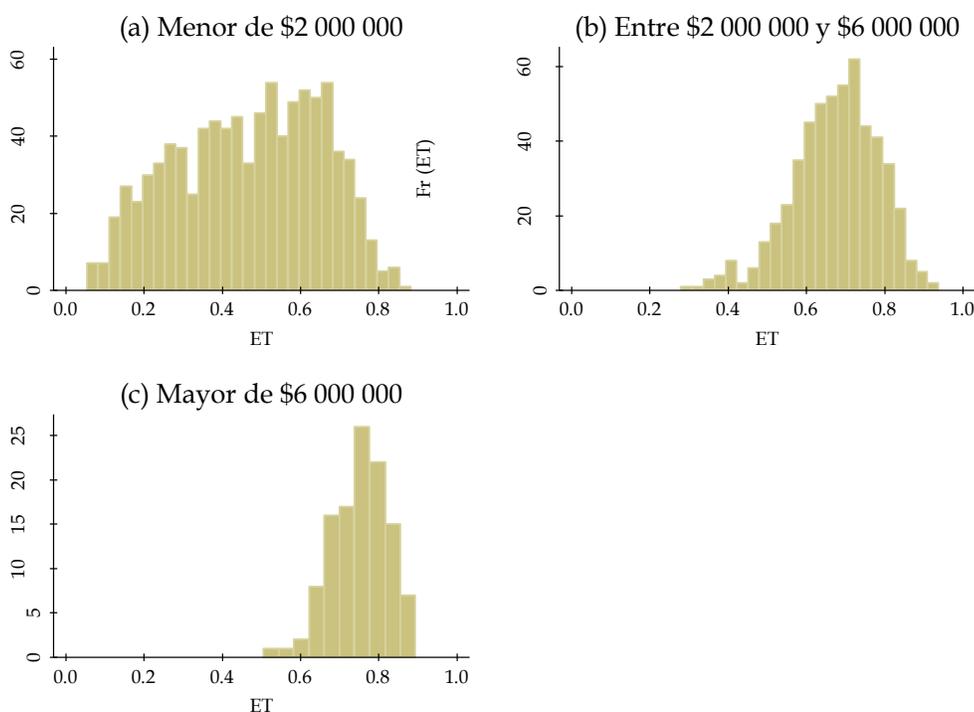
---

<sup>18</sup> En el Anexo B se presenta la distribución de frecuencias de la eficiencia técnica por sistema productivo y tamaño de la producción.

hogares con mayor producto, tienen ventajas en la escala de producción y en esta medida obtienen mejores resultados en términos del aprovechamiento de los insumos<sup>19</sup>. Estos resultados son comunes en todos los sistemas de producción. Vale la pena señalar que los hogares del sistema 2, con el menor valor de la producción, registran en promedio la menor eficiencia técnica de todos los sistemas (29%, frente a 43% de los sistema 1 y 3, y 54% del sistema 4), lo cual podría ser explicado por el efecto negativo y significativo que la variable de violencia tiene sobre la producción de las fincas ubicadas en este sistema productivo.

### Gráfico 2

#### Distribución de frecuencias de la eficiencia técnica (ET) por tamaño de la producción



Fuente: Cálculos de los autores.

<sup>19</sup> Es importante anotar que no necesariamente un mayor tamaño de los predios se refleja en mayores valores de producción.

**Tabla 3**  
**Eficiencia técnica de las fronteras de los sistemas de producción**

	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4	
	Promedio	Desv. Est.						
Por sistema	0,5084	0,1806	0,4895	0,2552	0,5512	0,1875	0,6109	0,1702
<b>Por valor de la producción</b>								
Mayor de \$6.000.000	0,7204	0,0739	0,7962	0,0696	0,7454	0,0692	0,7646	0,0649
Entre \$2.000.001 y \$6.000.001	0,6297	0,0985	0,6302	0,1660	0,6725	0,0873	0,7169	0,0937
Menor de \$2.000.000	0,4191	0,1631	0,2891	0,1872	0,4458	0,1780	0,5398	0,1691
<b>Por vocación de la producción</b>								
Exclusivamente agrícola	0,4988	0,1773	0,4806	0,2639	0,5343	0,1965	0,5812	0,1763
Exclusivamente pecuaria	0,4377	0,1863	0,4782	0,2507	0,5899	0,1814	0,5890	0,1395
Agrícola y pecuaria	0,6134	0,1478	0,5296	0,2251	0,5904	0,1506	0,6889	0,1414
<b>Por principal producto del hogar</b>								
Aves	0,2285	0,0896	0,4719	0,2775	0,4636	0,2205	0,3568	0,1085
Café	0,5562	0,1234	0,5241	0,2535	0,5793	0,1678	0,6498	0,1528
Ganado vacuno	0,5259	0,1221	0,3734	0,3757	0,6200	0,1514	0,6929	0,1154
Leche	0,5245	0,1879	0,5088	0,2315	0,6187	0,1550	0,6027	0,1429
Maíz	0,4878	0,1695	0,2764	0,2480	0,3244	0,2667	0,4936	0,2092
Papa					0,4122	0,2258	0,6073	0,1782
Plátano hartón	0,5404	0,2039	0,5292	0,2726	0,4542	0,2114	0,6613	0,1584
Yuca	0,4818	0,1896	0,7137	0,0288	0,5560	0,1995	0,6364	0,2276

Fuente: Cálculos de los autores.

Los resultados en términos de la baja eficiencia técnica obtenida por los hogares de menor producción son importantes para el desarrollo agropecuario del país, teniendo en cuenta que un porcentaje significativo de la producción agropecuaria nacional es realizada por pequeños productores. Según Perfetti *et al.* (2013), el segmento de los pequeños productores (microfundio y pequeña propiedad) es de gran importancia en el país por el peso que tienen en la generación de empleo rural y en la producción agrícola nacional. En particular, los pequeños productores aportan entre el 50% y el 68% de la producción agrícola nacional, traducida en bienes no transables para autoconsumo y consumo de los centros urbanos (Perfetti *et al.*, 2013; Perry, 2013).

En esta medida, las políticas orientadas a mejorar las condiciones de producción del pequeño productor y de sus familias son prioritarias, teniendo en cuenta que aumentos en la eficiencia de este grupo tendría impactos no solo en la productividad del sector, sino en el mejoramiento de las condiciones de bienestar de un grupo importante de la población Colombiana. Más aún, si consideran los altos niveles de pobreza y violencia que enfrentan los pequeños productores. En efecto, de acuerdo con Machado y Botello (2014), este grupo tiene altos niveles de pobreza, enfrenta restricciones al crédito y trabaja en la informalidad. Por lo anterior, el apoyo al pequeño productor puede resultar en avances en términos de competitividad, eficiencia, seguridad alimentaria, sostenibilidad agrícola y reducción de la pobreza (Perry, 2013).

Por vocación de la producción, en todos los sistemas, la mayor eficiencia y menor desviación estándar se observan en los hogares que combinan producción agrícola y pecuaria. Este resultado, junto con la significancia estadística de la cantidad de productos que produce un hogar, resalta la importancia de la diversificación para la eficiencia de los pequeños productores del sector, lo cual es consistente con los

resultados obtenidos por Brümmer (2001) para Eslovenia. De otro lado, en promedio las medidas de eficiencia para los hogares que producen exclusivamente bienes agrícolas o productos pecuarios son similares en todos los sistemas productivos, las cuales son más altas en los sistemas 3 y 4, donde la eficiencia técnica alcanza 59% (Tabla 3)<sup>20</sup>. Este resultado, puede obedecer a que al integrar la producción de animales y plantas se puede lograr un mejor aprovechamiento de ciertos de insumos, por ejemplo, los desechos de un producto pueden ser utilizados como insumos en la producción de otros bienes y, como lo sostiene Vergara (2010), se puede conseguir un uso más eficiente del suelo.

De otro lado, el Gráfico 3 muestra la distribución de frecuencias para los principales productos de los hogares, los cuales incluyen tanto productos pecuarios como agrícolas. Allí se indica que existe gran variabilidad en las medidas de eficiencia técnica de todos los productos. No obstante, se observan algunas diferencias, por sistema productivo, en la eficiencia técnica para algunos cultivos y productos pecuarios (Tabla 3). Por ejemplo, se observa que el cultivo del café se produce en los cuatro sistemas productivos, con medias de eficiencia promedio superiores a 52%.

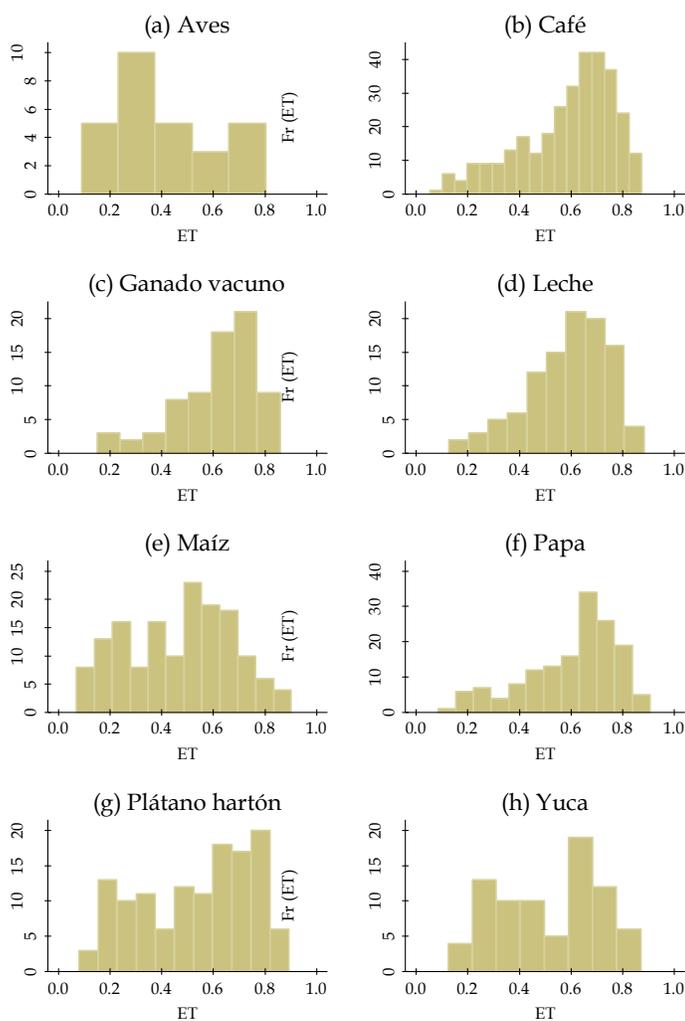
La presencia de cultivos de café en los diferentes pisos térmicos puede obedecer a la introducción de nuevas variedades, pero también, como lo explican Cano *et al.* (2012), se puede explicar por la estratégica de sustitución de cultivos ilícitos para recuperar zonas en conflicto. En efecto, como lo afirman estos autores, con el apoyo de la Federación de Cafeteros, regiones con problemas de orden público, como los departamentos del Meta y Caquetá, en el pie de monte, y el Magdalena, en la Sierra Nevada, han aumentado la producción de café. Aunque en promedio las

---

<sup>20</sup> Estos resultados se mantienen cuando las medidas se agrupan por sistemas (véase Anexo C).

medidas de eficiencia técnica de los hogares que producen café es de 59%, con una desviación estándar de 19, se observa que los hogares del sistema 4 tienen en una medida de eficiencia más alta (65%), indicando que el rendimiento de los insumos es mayor en alturas superiores a 1.900 metros sobre el nivel del mar. Este resultado podría ser explicado por un uso más eficiente en el control de plagas, manejo de los suelos, del sombrero y disponibilidad de agua, características importantes en la producción del café (Bustillo, 2006; Moreno, 2007).

**Gráfico 3**  
**Distribución de frecuencias de la eficiencia técnica (ET) por principal producto**



Fuente: Cálculos de los autores.

Otro resultado interesante se observa en la producción de maíz, el cual también se cultiva en los cuatro sistemas de producción, pero se concentra en hogares localizados en el sistema 1 (46%) y en el sistema 4 (42%), donde se obtienen las medidas de eficiencia técnica más altas, las cuales alcanzan 49%<sup>21</sup>. La producción de papa, por su parte, se concentra en el sistema 4 (96% de los hogares) y registra en promedio una eficiencia técnica de 61%. Cultivos de plátano hartón y yuca se registran en los diferentes sistemas, pero el plátano es más eficiente en el sistema 4 y la yuca en el sistema 2. En cuanto a la producción de bienes pecuarios se observa que las aves, aunque se producen en todos los sistemas, son más eficiente en los sistemas 2 y 3 (alturas entre 600 y 1.900 metros sobre el nivel del mar). Por su parte, la producción de leche y de ganado vacuno registra mayores niveles de eficiencia en los sistemas 3 y 4 (alturas superiores a 1.200 metros)<sup>22</sup>.

## 6.2. Resultados de la meta-frontera y la brecha tecnológica

Para estimar la meta-frontera del sector se utilizan los estimadores,  $\ln \hat{f}^j(X_{ji})$ , obtenidos de la estimación de los  $J$  sistemas productivos y la aproximación de Battese y Coelli (1995). Como variables ambientales se usa la región geográfica donde está ubicado el hogar, la distancia del municipio de localización de la finca al mercado mayorista más cercano y el índice de erosión. La prueba de la razón de verosimilitud para definir la forma funcional del modelo apoya el uso de la función translog frente a la Cobb-Douglas (Anexo A).

---

<sup>21</sup> El maíz crece desde el nivel del mar, hasta alturas de más de 3.000 metros. “Su cultivo se realiza en condiciones extremas desde el punto de vista de la precipitación, como en la Guajira que tiene un régimen de lluvias pobre, o el departamento del Chocó que tiene uno de los índices de precipitación más elevados del planeta” Ruiz De Londoño y Pinstup-Andersen (1975, p. 15).

<sup>22</sup> Es importante anotar que las diferencias en eficiencia por productos podrían estar explicadas, en parte, por diferencias estructurales en costos y tasas de rentabilidad, lo cual requiere de un análisis más detallado a nivel de producto, que va más allá del alcance de este estudio.

La Tabla 4 muestra los coeficientes y las desviaciones estándar estimados para la meta-frontera. Tanto los coeficientes de primer orden del total de insumos y del tamaño de las fincas, como los términos cruzados son significativos y tiene los signos esperados. En cuanto a las variables ambientales se observa que los hogares localizados en la región Caribe y del Valle del Cauca operan en promedio bajo una tecnología superior con respecto a los de la región Central, región utilizada como referencia, sugiriendo ventajas en las condiciones geográficas, de clima y de suelos de los hogares ubicados en estas regiones. El coeficiente positivo de la distancia al municipio con mercado mayorista indica que a mayor distancia, más apartada está su frontera de producción con respecto a la meta-frontera<sup>23</sup>, sugiriendo la importancia de la infraestructura vial en la disminución de la brecha tecnológica que enfrentan algunos hogares y sistemas productivos.

Las estadísticas de los valores de la razón de la brecha tecnológica (RBT) que corresponde a la distancia de la frontera de producción específica del sistema  $j$ th a la meta-frontera, la eficiencia técnica (ETM) que mide la distancia del hogar  $i$ th a la meta-frontera de producción y las medidas de eficiencia (ET) derivadas de las fronteras de producción de los diferentes sistemas se presentan en la Tabla 5, para el total del sector y para cada sistema de producción. Las medidas también se presentan por valor de la producción, por vocación del hogar y por región geográfica<sup>24</sup>. Los resultados muestran que las medidas de eficiencia técnica derivadas de las fronteras específicas alcanzan en promedio 56%, la eficiencia técnica con respecto a la meta-frontera 46% y la RBT 82%.

---

<sup>23</sup> Es importante recordar que por la forma funcional utilizada, los coeficientes positivos tienen un efecto negativo sobre la meta-frontera de producción.

<sup>24</sup> En el Apéndice D se presentan los gráficos de la distribución de frecuencias de la eficiencia técnica por región geográfica.

**Tabla 4**  
**Parámetros estimados de la meta-frontera**

Parámetros	Coeficiente	Error Estándar
Constante	0,9218***	0,0016
$\ln X_1$	0,4532***	0,0008
$\ln X_2$	0,0752***	0,0006
$\ln X_1 \times \ln X_1$	-0,0092***	0,0008
$\ln X_2 \times \ln X_2$	0,0162***	0,0003
$\ln X_1 \times \ln X_2$	-0,0236***	0,0005
<b>Variables ambientales</b>		
Constante	-0,0446	0.0453
<i>D_Caribe</i>	-3,9108***	0.8140
<i>D_Oriental</i>	0,0558***	0.0199
<i>D_Pacífica</i>	0,0035	0.0206
<i>D_Valle</i>	-0,1098**	0.0091
<i>Erosión</i>	-1,54e-6	0.0046
<i>Dist_mercado</i>	0,0490***	0.0091
$\sigma_u^2$	0,0266***	0.0016
$\sigma_v^2$	0,0002***	0.0000
$\gamma$	0,9893***	0.0012
<i>Log likelihood</i>	1361,56***	

\*\*\* p<0.01. \*\* p<0.05. \* p<0.1.

Fuente: Cálculos de los autores.

Estos resultados sugieren, por una parte, que si los hogares operaran o se acercaran a los niveles de operación de los más eficientes de sus respectivos sistemas de producción, importantes ganancias en términos de eficiencia técnica se podrían obtener. Estos beneficios se podrían expresar en el ahorro en la utilización de insumos y/o en mayores valores de producción, con impactos positivos sobre la productividad del sector y la calidad de vida de los hogares. De otra parte, los resultados de las medidas de eficiencia con respecto a la meta-frontera y los de la brecha tecnológica indican que hay un margen importante para mejorar el desempeño del sector como un todo. No obstante, el mejoramiento de las medidas

de RBT y ETM requiere de políticas que involucren cambios asociados a la tecnología del sector, las cuales deben estar orientadas a fomentar el cambio tecnológico de acuerdo con las características y necesidades propias de los distintos sistemas productivos. Asimismo, estas políticas deben estar acompañadas de medidas que faciliten el acceso de los campesinos a mercados de alimentos mayoristas, incluyendo el mejoramiento de la infraestructura vial<sup>25</sup>.

Por lo anterior, se puede concluir que para mejorar la productividad y la eficiencia del sector agropecuario se debe trabajar en dos frentes. En primer lugar, con medidas que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia de los hogares frente a la frontera específica del sistema productivo donde se encuentran localizados, los cuales como lo plantea Perry (2013) podrían incluir facilidades de acceso a factores productivos (tierra agua, tecnología, capital) y a bienes públicos (salud, educación, infraestructura). En segundo lugar, con políticas que ayuden a reducir la brecha tecnología de los diferentes sistemas productivos frente a la meta-frontera del sector agropecuario, incluyendo inversión en investigación y tecnología.

Por sistemas de producción, los resultados indican que mientras los hogares del sistema 4, ubicados en municipios con alturas mayores a 1.900 metros sobre el nivel del mar, registran en promedio la mayor eficiencia técnica con respecto a su frontera específica de producción, obtienen en promedio la RBT más baja, indicando una mayor brecha entre la mejor tecnológica disponible en el sector y la frontera específica de este sistema de producción. En particular, el máximo producto que es posible obtener usando la tecnología del sistema 4 es, en promedio, solo el 67% del potencial de la tecnología disponible en el sector. Por el

---

<sup>25</sup> Junguito *et al.* (2014) presentan un análisis detallado de las políticas para promover el desarrollo del sector, las cuales incluyen políticas para incentivar la investigación y el cambio técnico, así como el mejoramiento de la infraestructura vial, construcción de centros de distrito de riego y centros de acopio, resaltando la necesidad de promover y apoyar al pequeño productor.

contrario, los hogares del sistema 1, localizados en municipios con alturas menores a 600 metros sobre el nivel del mar, son los que en promedio están más cerca de la mejor tecnología de producción disponible en el sector agropecuario (RBT = 98%).

Estos resultados sugieren que los hogares del sistema 1 podrían tener ventaja en la tecnología de producción frente a los hogares del sistema 4, las cuales pueden estar asociadas a características geográficas y de infraestructura que determinan distintas necesidades de insumos. Por ejemplo, la producción en tierras bajas y planas tiene requerimientos de insumos, como maquinaria y equipo, diferentes a la producción que se realiza en tierras más altas y con geografía quebrada. Sobre este tema, Galvis (2001) encuentra que las diferencias en la productividad agrícola regional del país son explicadas, principalmente, por la dotación de recursos naturales y de clima. Aunque estos factores podrían representar una limitación para la producción agropecuaria en algunos sistemas productivos del país, el autor destaca la importancia de emprender estrategias para superar los efectos adversos de condiciones geográficas no favorables. Para esto, como se mencionó, se requiere de políticas que fomenten la investigación y el cambio técnico teniendo en cuenta las características propias de los distintos sistemas productivos.

Como se explicó, los hogares con más altos valores de producción registran en promedio, en todos los sistemas productivos, las mayores medias de eficiencia técnica y la menor dispersión entre ellas. Estos resultados se mantienen cuando se evalúan las medidas de eficiencia con respecto a la meta-frontera y las RBT. Así, los hogares con valor de la producción más alta también tienden a estar más cerca de la producción potencial definida por la meta-frontera del sector. Es importante señalar que mientras la ordenación de los sistemas de producción utilizando las RBT está dominada por los resultados de la ETM, la ordenación por valor de la producción depende de variaciones tanto de las medidas de la eficiencia con respecto a las fronteras específicas (ET) como a la meta-frontera (ETM).

**Tabla 5**  
**Medidas de Eficiencia para el sector agropecuario**

	Razón de la Brecha Tecnológica (RBT)		Eficiencia Técnica por Sistema (ET)		Eficiencia Técnica de la Metafrontera (ETM)	
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.
Total Sistema	0,8209	0,1247	0,5595	0,1915	0,4547	0,1628
<b>Por sistema de Producción</b>						
Sistema 1	0,9877	0,0078	0,5084	0,1806	0,5023	0,1786
Sistema 2	0,8608	0,1304	0,4895	0,2551	0,4162	0,2251
Sistema 3	0,8226	0,0605	0,5511	0,1875	0,4527	0,1583
Sistema 4	0,7120	0,0642	0,6108	0,1701	0,4361	0,1313
<b>Por valor de la producción</b>						
Mayor de \$6,000,000	0,8353	0,1220	0,7519	0,0719	0,6263	0,0997
Entre \$2,000,001 y \$6,000,001	0,8233	0,1171	0,6748	0,1094	0,5527	0,1068
Menor de \$2,000,0000	0,8177	0,1292	0,4681	0,1853	0,3759	0,1481
<b>Por vocación de la Producción</b>						
Exclusivamente agrícola	0,8301	0,1234	0,5347	0,1955	0,4427	0,1695
Exclusivamente pecuaria	0,8168	0,1352	0,5384	0,1834	0,4321	0,1515
Agrícola y pecuaria	0,7945	0,1199	0,6371	0,1608	0,5020	0,1367
<b>Por Región</b>						
Caribe	0,9928	0,0011	0,5102	0,1837	0,5065	0,1823
Oriental	0,7748	0,1084	0,5850	0,1808	0,4529	0,1545
Central	0,8202	0,1130	0,5393	0,1967	0,4360	0,1565
Pacífica	0,7927	0,1080	0,5643	0,1939	0,4423	0,1558
Valle	0,8828	0,1332	0,5245	0,2537	0,4623	0,2411

Fuente: Cálculos de los autores.

Teniendo en cuenta que la ET brinda información sobre el manejo y la estructura de la producción de los hogares y la ETM sobre la tecnología de producción asociadas a los sistemas productivos, se puede afirmar que el buen desempeño en términos de eficiencia de los hogares con mayor valor de la producción es el resultado de un mejor manejo administrativo al interior de estos y de ventajas en las tecnológicas de producción.

Por vocación de la producción, se encuentra que los hogares con producción agrícola y pecuaria exclusiva registran en promedio medidas más altas de eficiencia con respecto a las fronteras específicas de los sistemas analizados y con respecto a la meta-frontera del sector, pero registran la RBT más baja. Por su parte, los hogares dedicados exclusivamente a la producción agrícola son más eficientes cuando se comparan con la meta-frontera del sector. En particular, la producción de estos hogares está cerca del 83% del producto que es posible obtener usando los mismos niveles de insumos y la tecnología de producción disponible en el país.

Estos resultados sugieren que aunque la producción conjunta de bienes agrícolas y/o pecuarios tiene ventaja cuando se evalúan al interior de los diferentes sistemas productivos, cuando se analiza la tecnología de producción con respecto a la meta-frontera son más eficientes los hogares que se dedican exclusivamente a la producción de cultivos agrícolas. Sobre este tema Rivera y Nieto (2002), en una investigación que compara la producción asociado de café con granadilla con la producción de monocultivos de café, encuentran que el cultivo asociado se ajusta más a sistemas campesinos de producción, mientras que los monocultivos se ajustan a productores comerciales que buscan optimizar el uso del capital.

Finalmente, cuando las medidas de eficiencia técnica se agrupan por región geográfica, se observa una gran dispersión de los datos con respecto a las fronteras específicas, con medidas promedio alrededor de 46%, mientras que la medida de

RBT tecnológica se ubica alrededor de 85% (Tabla 5 y Anexo D). Es importante señalar que los hogares localizados en la región Caribe y en el Valle del Cauca, al registrar las más altas medidas de RBT (99% y 88%, respectivamente), están más cerca de la mejor tecnología de producción disponible en el sector agropecuario, sugiriendo ventajas en las condiciones geográficas, de clima, y suelos frente al resto de las regiones del país. De otro lado, los hogares localizados en la región oriental y en la pacífica registran en promedio la mayor eficiencia técnica con respecto a las fronteras específicas de producción, sugiriendo un mejor aprovechamiento de los insumos frente a los hogares de las otras regiones. Los resultados anteriores confirman que la ineficiencia de los hogares con producción agropecuaria se explica por razones tecnológicas, con ventajas de dotación de recursos de algunas regiones, y por razones de administración de los recursos al interior de los hogares.

## **7. Conclusiones.**

Este documento evalúa la eficiencia del sector agropecuario del país, utilizando una muestra de 1.565 hogares con producción agropecuaria menor o igual a \$8 millones. El análisis empírico se realiza a través de la técnica de meta-frontera estocástica, que permite evaluar la eficiencia técnica cuando la producción se realiza en diferentes sistemas productivos, que no pueden ser evaluados bajo una misma frontera de producción.

Los resultados permiten destacar tres mensajes centrales: (i) las medidas de eficiencia derivadas de las fronteras específicas de cada sistema productivo alcanzan en promedio 56%; (ii) la eficiencia con respecto a la meta-frontera del sector está alrededor de 46%; y (iii) la brecha tecnológica que mide la distancia entre las fronteras específicas y la meta-frontera es en promedio de 82%.

En esta medida, para mejorar la productividad y eficiencia del sector agropecuario se debe trabajar en dos frentes. En primer lugar, a través del diseño de programas orientados a mejorar el desempeño de las unidades de producción con respecto a la frontera específica del sistema productivo donde se encuentran localizadas y, en segundo lugar, con políticas que ayuden a reducir la brecha tecnología de los diferentes sistemas productivos frente a la meta-frontera del sector agropecuario.

Cuando se analiza la eficiencia de los hogares por sistema productivo se encuentra que los de mayor valor de producción registran, en promedio, las medidas de eficiencia técnica más altas. Teniendo en cuenta que un porcentaje significativo del empleo rural y de la producción agropecuaria del país se realiza por pequeños productores, los resultados destacan la importancia de adelantar políticas orientadas a mejorar las condiciones de producción del pequeño productor y de sus familias. El apoyo a la pequeña agricultura se debe realizar desde distintos frentes, incluyendo la investigación y asistencia técnica, así como el acceso a bienes públicos incluyendo salud, educación e infraestructura. Adicionalmente, como la afirma Schneider (2014), las políticas deben buscar el desarrollo de capacidades de innovación, que les permita a los productores, no solo mejorar las condiciones de pobreza sino superar la dependencia del Estado.

Al comparar las medidas de eficiencia técnica obtenidas de las fronteras de producción específicas de los sistemas productivos con las derivadas de la meta-frontera, se encuentra que los hogares con más altos valores de producción también tienden a estar más cerca de la producción potencial definida por la meta-frontera del sector. Este hecho indica que el buen desempeño de los hogares es el resultado de un mejor manejo administrativo al interior de estos y de ventajas en las tecnológicas de producción. De otro lado, las diferencias obtenidas en las medidas de eficiencia de los hogares frente a las fronteras específicas y a la meta-frontera, sugieren que los hogares de algunos sistemas productivos se podrían

estar beneficiando de mejores condiciones de producción, debido a ventajas en la dotación de recursos naturales y de clima, así como de entornos ambientales más favorables. Por ejemplo, los hogares ubicados en municipios con alturas entre 0 y 600 metros sobre el nivel del mar, y los de la región Caribe y del Valle del Cauca tienden a estar más cerca de la producción potencial definida por la meta-frontera.

Por vocación agrícola se encuentra que cuando se evalúa la eficiencia al interior de los sistemas productivos, son más eficientes las unidades que combinan producción agrícola con la pecuaria, resaltando la importancia de la diversificación de productos. Sin embargo, cuando se evalúa la razón de la brecha tecnológica con respecto a la meta-frontera del sector son más eficientes los hogares que se dedican exclusivamente a la producción agrícola, lo que sugiere que estas unidades de producción están más cerca del producto que es posible obtener usando los insumos y la tecnología de producción disponible en el sector.

En general los resultados del documento sugieren que para mejorar el desempeño del sector agropecuario como un todo, además de las medidas de política que contribuya a mejorar la eficiencia de los hogares al interior de sus sistemas productivos, las cuales se podrían expresar en el ahorro en la utilización de insumos y/o en mayores valores de producción, con impactos positivos sobre la calidad de vida de los hogares, se requiere de políticas que involucren cambios asociados a la tecnología del sector, las cuales deben estar orientadas a fomentar el avance tecnológico, teniendo en cuenta las características y necesidades propias de los distintos sistemas productivos. Considerando el efecto significativo de la distancia de los mercados, estas políticas deben estar acompañadas de medidas que faciliten el acceso a mercados de alimentos y el mejoramiento de la infraestructura vial.

## Referencias bibliográficas

- Adhikari, C. B. y Bjorndal, T. (2012). Analyses of technical efficiency using SFA and DEA models: Evidence from Nepalese agriculture. *Applied Economics*, 44(1), 3297-3308.
- Ahmed, N., Zander, K. K. y Garnett, S. T. (2011). Socioeconomics aspects of rice-fish farming in Bangladesh: Opportunities, challenges and production efficiency. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 55, 199-219.
- Ajibefun, I. A., Daramola, A. G. y Falusi, A. O. (2006). Technical efficiency of small-scale farmers: An application of the Stochastic Frontier Production function to rural and urban farmers in Onto State, Nigeria. *International Economic Journal*, 20(1), 87-107.
- Amores, A. F. y Contreras, I. (2009). New approach for the assignment of new European agricultural subsidies using scores from DEA: Application to olive-growing farms in Andalusia (Spain). *European Journal of Operational Research*, 193(1), 718-729.
- Atici, K. B. y Podinovski, V. V. (2015). Using data envelopment analysis for the assessment of technical efficiency of units with different specialisations: An application to agriculture. *The International Journal of Management Science*, 54(1), 72-83.
- Battese, G. E., Rao, D. S. y O'Donnell, C. J. (2004). A metafrontier production function for estimation of technical efficiencies and technology gaps for firms operating under different technologies. *Journal of Productivity Analysis*, 21(1), 91-103. Kluwer Academic Publishers.
- Battese, G. E. y Rao, D. S. (2002). Technology gap, efficiency, and a stochastic metafrontier function. *International Journal of Business and Economics*, 1(2), 87-93.
- Battese, G. E. y Coelli, T. J. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20(1), 325-332.
- Bravo-Ureta, B. E. y Pinheiro, A. E. (1997). Technical, economic, and allocative efficiency in peasant farming: Evidence from the Dominican Republic. *The Developing Economies*, 35(1), 48-67.

- Brümmer, B. (2001). Estimating confidence intervals for technical efficiency: The case of private farms in Slovenia. *European Review of Agricultural Economics*, 28(3), 285-306.
- Bustillo, A. E. (2006). Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 101-116.
- Cano, C. G. (2013). La agricultura colombiana de cara a los pactos bilaterales de comercio. *Borradores de Economía*, 778. Bogotá, Colombia: Banco de la República.
- Cano, C. G., Vallejo, C., Caicedo, E., Amador, J. S. y Tique, E. Y. (2012). El mercado mundial del café y su impacto en Colombia. *Borradores de Economía*, 710. Bogotá, Colombia: Banco de la República.
- Chavas, J. P., Petrie, R. y Roth, M. (2005). Farm household production efficiency: Evidence from The Gambia. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(1), 160-179. Oxford University Press.
- Chavas, J. P. y Aliber, M. (1993). An analysis of economic efficiency in agriculture: A nonparametric approach. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 18(1), 1-16.
- Coelli, T. J, Perelman, S. y Romano, E. (1999). "Accounting for environmental influences in stochastic frontier models: With application to international airlines". *Journal of Productivity Analysis*, 11(1), 251-273.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (2015). Uso, cobertura y tenencia del suelo - 3er Censo Nacional Agropecuario 2014. Resultados entrega 1 - septiembre 2 de 2015.
- Fletschner, D., Guirkinger, C. y Boucher, S. (2010). Risk, credit constraints and financial efficiency in Peruvian agriculture. *Journal of Development Studies*, 46(6), 981-1002.
- Galvis, L. A. (2001) ¿Qué determina la productividad agrícola departamental en Colombia? *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, 19. Cartagena de Indias, Colombia: Banco de la República.
- Gamarra, J. R. (2004). Eficiencia técnica relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, 53. Cartagena de Indias, Colombia: Banco de la República.

- García, V. y Jiménez, C. C. (2011) ¿Es la educación un determinante de la productividad agrícola en Colombia? *Documento de trabajo de estudiantes*, 5. Universidad del Rosario.
- González, M. A. y López, R. A. (2007). Political violence and farm household efficiency in Colombia. *Economic Development and Cultural Change*, 55(2), 367-392. The University of Chicago Press.
- González, M. A. y López, R. A. (2003). Market-based land reform and farm efficiency in Colombia: A DEA approach. Paper Prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Montreal, Canada, July 27-30, 2003
- Gómez, H. J., Restrepo, J. C., Nash, J., Valdés, A., Reina, M., Zuluaga, S., ... Perfetti, J. J. (2011). La política comercial del sector agrícola en Colombia. *Cuadernos de Fedesarrollo*, 48. Fedesarrollo, Colombia.
- Hayami, Y. y Ruttan, V. W. (1971). *Agricultural development: An international perspective*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Huang, C. J., Huang, T. H. y Liu, N. H. (2014). A new approach to estimating the metafrontier production function based on a stochastic frontier framework. *Journal of Productivity Analysis*, 42(1), 241-254.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2012). Conflictos de uso del territorio colombiano escala 1:1000.000. Convenio marco de cooperación. Bogotá D. C., Colombia.
- Jiang, N. y Sharp, B. (2015). Technical efficiency and technological gap of New Zealand dairy farms: A stochastic metafrontier model. *Journal of Productivity Analysis*, 44(1), 39-49.
- Junguito, R., Perfetti, J. J. y Becerra, A. (2014). Desarrollo de la agricultura colombiana. *Cuadernos de Fedesarrollo*, 48. Fedesarrollo, Colombia.
- Kompas, T. y Nhu Che, T. (2006). Technology choice and efficiency on Australian dairy farms. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 50, 65-83.
- Kumbhakar, S. C., Biswas, B. y Bailey, D. (1989). A study of economic efficiency of Utah dairy farmers: A system approach. *The Review of Economics and Statistics*, 71(4) 595-604.

- Kuo, H. F., Chen, H. L. y Tsou, K. W. (2014). Analysis of farming environmental efficiency using a DEA model with undesirable outputs. *Procedia APCBEE*, 10(1), 154-158.
- Lansink, A. O., Pietola, K. y Bäckman, S. (2002). Efficiency and productivity of conventional and organic farms in Finland 1994-1997. *European Review of Agricultural Economics*, 29(1), 51-65.
- Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S. y Zawalinska, K. (2004). Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland. *Applied Economics*, 36(1), 1255-1263.
- Ludena, C. E. (2010). Agricultural productivity growth, efficiency change and technical progress in Latin America and the Caribbean. *Inter-American Development Bank, Working Paper*, 186.
- Machado, A. y Botello, S. (2014). Colombia: A valorar la agricultura familiar. En Fondo Nacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) (Ed.), *La agricultura familiar en América Latina*, Cap. 8 (pp. 180-197). Roma, Italia.
- Melo, L. y Espinosa, N. (2005). Ineficiencia en la distribución de energía eléctrica: una aplicación de las funciones de distancia estocástica. *Revista Ensayos sobre Política Económica*, 49(1), 88-132
- Michler, J. D. y Shively, G. E. (2015). Land tenure, tenure security and farm efficiency: Panel evidence from the Philippines. *Journal of Agricultural Economics*, 66(1), 155-169. The Agricultural Economics Society.
- Miljkovic, D., Miranda, S. H. y Shaik, S. (2013). Trade openness and technical efficiency in Brazilian agriculture. *Applied Economics Letters*, 20(1), 103-106.
- Moreno, A. (2007). Fundamentos sobre sistemas de producción. En J. Arcila, F. Farfán, A. Moreno, L. F. Salazar y E. Hincapie (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia*, Cap. 1, 15-21. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y Cenicafé.
- Morrison, C. J., Nehring, R. y Banker, D. (2004). Productivity, economies and efficiency in U.S. agriculture: A look at contracts. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(5), 1308-1314.
- O'Donnell, C. J., Rao, D. S. y Battese, G. E. (2008). Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*, 34(1), 231-255.

- Paul, M. C., Nehring, R., Banker, D. y Somwaru, A. (2004). Scale economies and efficiency in U.S. agriculture: Are traditional farms history? *Journal of Productivity Analysis*, 22(1), 185-205.
- Perdomo, J. A. y Hueth, D. (2010). Funciones de producción y eficiencia técnica en el eje cafetero colombiano: una aproximación con frontera estocástica. *Documentos CEDE*, 21. Universidad de los Andes.
- Perdomo, J. A. y Mendieta, J. C. (2007). Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: Una aplicación con análisis envolvente de datos. *Desarrollo y Sociedad*, 60, 1-45.
- Perfetti, J. J., Balcázar, A., Hernández, A. y Leibovich, J. (2013). Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Fedesarrollo, Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC), Incoder, Finagro, Banco Agrario. Colombia.
- Perry, S. (2013). Agricultura familiar y seguridad alimentaria en los países andinos. Grupo Diálogo Rural, Conocimiento y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo.
- Rao, D. S., O'Donnell, C. J. y Battese, G. E. (2003). Metafrontier functions for the study of inter-regional productivity differences. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis*, working paper series No. 1. University of Queensland.
- Rezitis, A. N., Tsiboukas, K. y Tsoukalas, S. (2002). Measuring technical efficiency in the Greek agricultural sector. *Applied economics*, 34(1), 1345-1357.
- Rivera, B. y Nieto, A. M. (2002). Sistema asociado café-granadilla: una práctica sobresaliente desarrollada por pequeños caficultores del norte del Valle (Colombia). *Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios (IESA-AL V)* Florianópolis, Brasil. Mayo 20-23 de 2002
- Ruiz De Londoño, N. y Pinstrop-Andersen, P. (1975). Descripción de factores asociados con bajos rendimientos de maíz en fincas pequeñas de tres departamentos de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- Salim, R. y Hossain, A. (2006). Market deregulation, trade liberalization and productive efficiency in Bangladesh agriculture: An empirical analysis. *Applied Economics*, 38(1), 2567-2580.
- Schneider, S. (2014). La agricultura familiar en América Latina. En Fondo Nacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) (Ed.), *La agricultura familiar en América Latina*, Cap. 1 (pp. 20-53). Roma, Italia.

- Skevas, T., Lansink, A. O. y Stefanou, S. E. (2012). Measuring technical efficiency in the presence of pesticide spillovers and production uncertainty - The case of Dutch arable farms. *European Journal of Operational Research*, 223(1), 550-559.
- Trujillo, J. C. e Iglesias, W. J. (2013). Measurement of the Technical Efficiency of Small Pineapple Farmers in Santander, Colombia: A stochastic frontier approach. *Revista de Economía e Sociología Rural*, 51 (S1), 5049-5062.
- Vergara, W. (2010). La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia. *Revista Ciencia Animal*, 3. Pp. 45-53.

## Anexos

### Anexo A

#### Prueba de la razón de verosimilitud: Cobb-Douglas vs. Función translog<sup>1/</sup>

Sistema	Hipótesis nula	Chi <sup>2</sup> (3) prob>chi <sup>2</sup>
Sistema 1		3.46 (0.3264)
Sistema 2	$H_0: \beta_{ji} = 0$	15.62 (0.0014)***
Sistema 3		2.79 (0.4258)
Sistema 4		5.73 (0.1254)
Meta-frontera		1062.96 (0.000)***

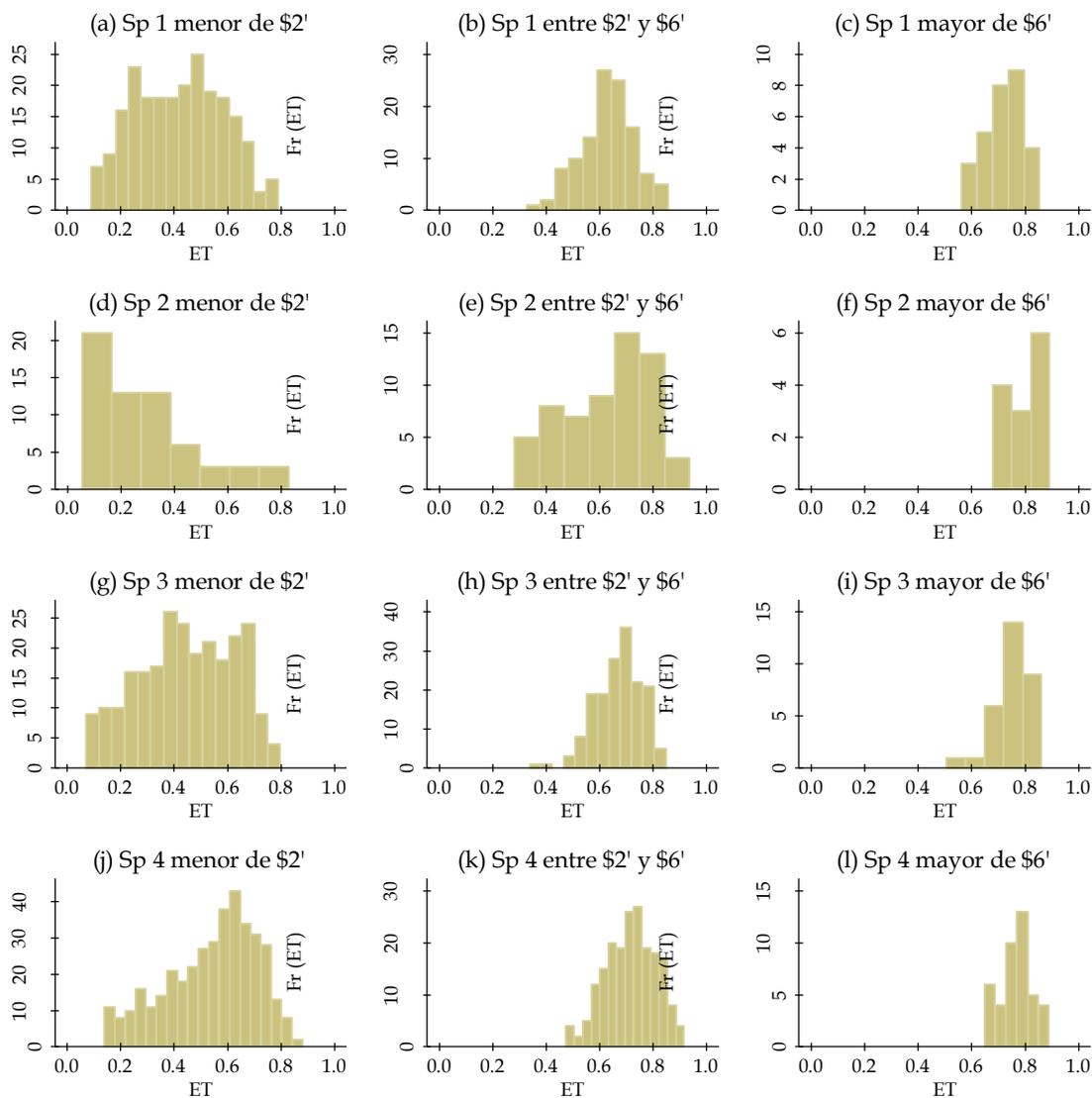
<sup>1/</sup>Para realizar el test se mantienen las variables ambientales

\*\*\* p<0.01. \*\* p<0.05. \* p<0.1.

Fuente: Cálculos de los autores.

## Anexo B

### Distribución de frecuencias de la eficiencia técnica por sistema productivo y tamaño de la producción\*

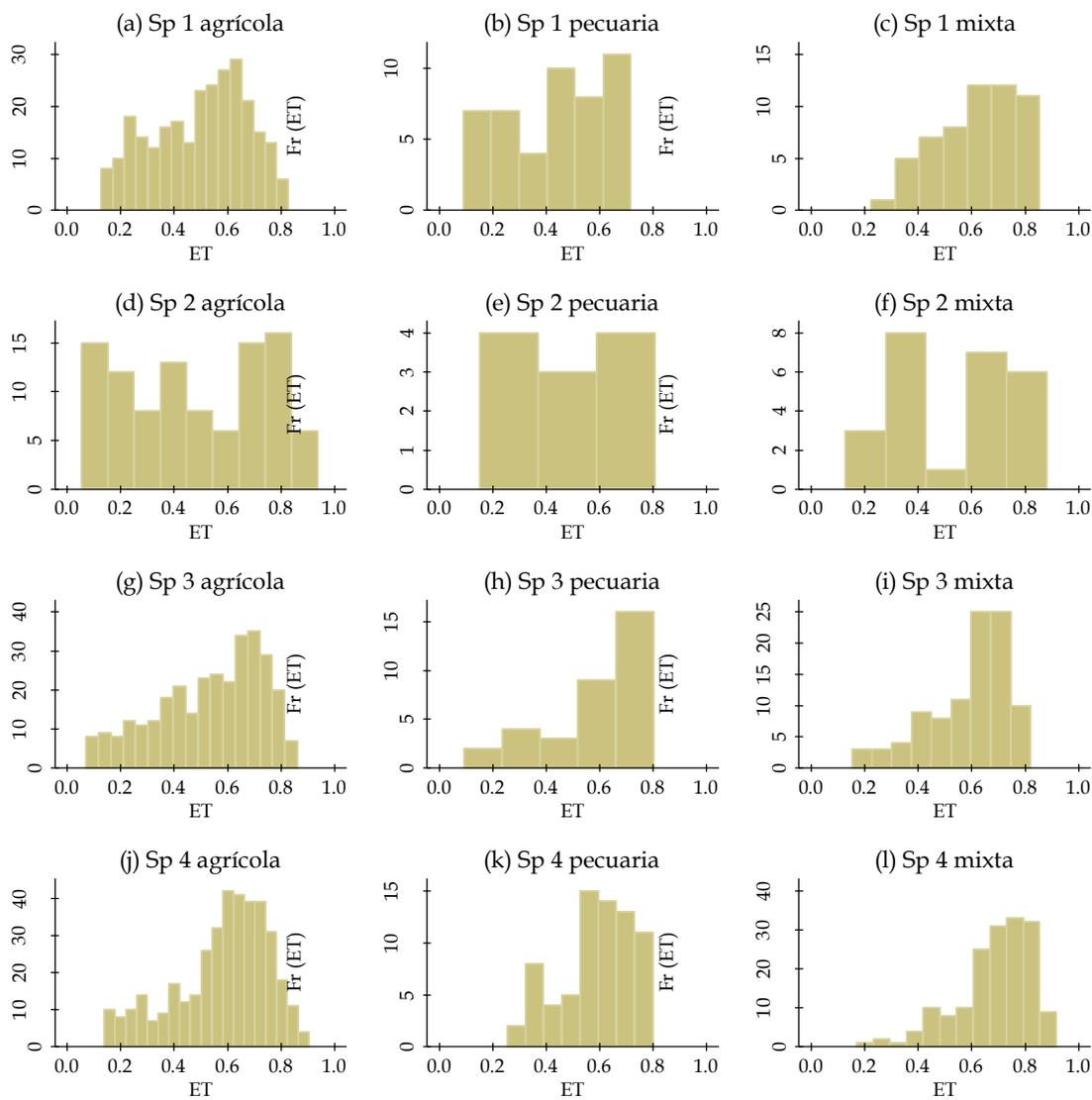


\*Sp corresponde a sistema productivo

Fuente: Cálculos de los autores

## Anexo C

### Distribución de frecuencias de la eficiencia técnica por sistema productivo y vocación de la producción\*

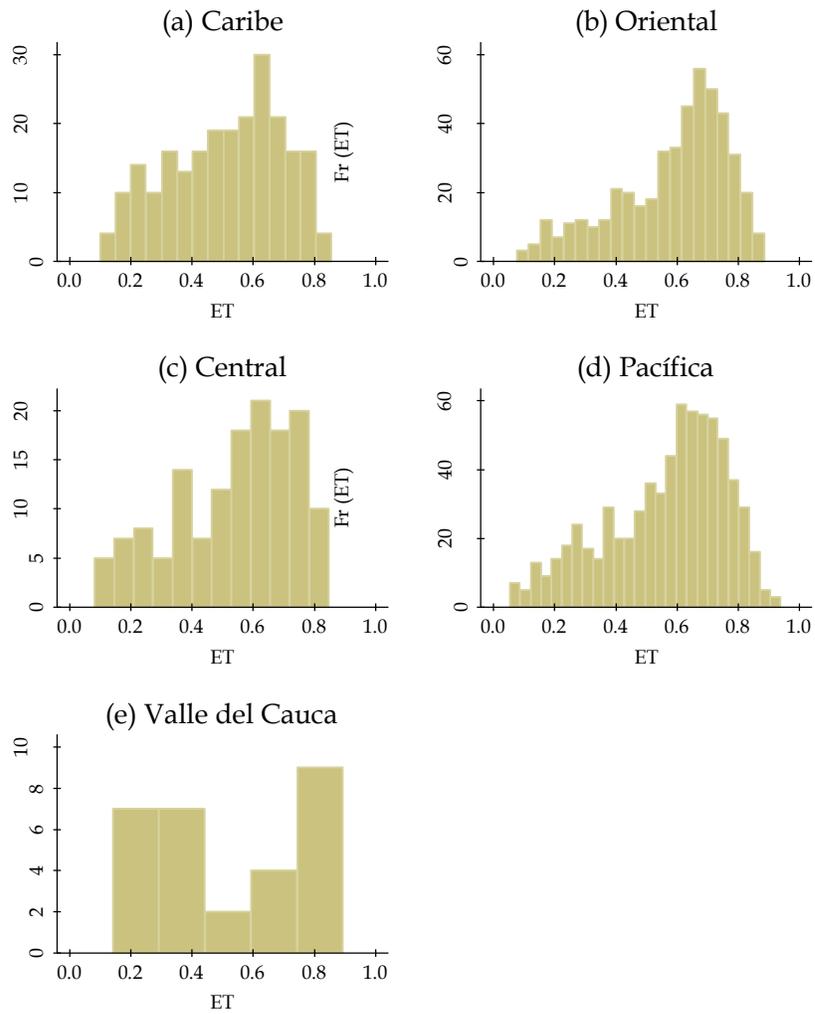


\* Sp corresponde a sistema productivo

Fuente: Cálculos de los autores

## Anexo D

### Distribución de frecuencias de la eficiencia técnica por región



Fuente: Cálculos de los autores

## 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 Geoffrey 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 ferroníquel 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 Vilorio 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. Ferny 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