

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE FRONTERA DE
EFICIENCIA DE LA AGRICULTURA DE PEQUEÑA,
MEDIANA Y GRAN ESCALA EN COLOMBIA**

Andrés Oswaldo Bernal Ruiz

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

Bogotá

2013

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE FRONTERA DE
EFICIENCIA DE LA AGRICULTURA DE PEQUEÑA,
MEDIANA Y GRAN ESCALA EN COLOMBIA**

Trabajo de Grado presentado

por

Andrés Oswaldo Bernal Ruiz

a

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

bajo la dirección de

Jaime Forero Alvarez, PhD

**en cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de Magister (Magistra) en Economía**

Bogotá, Mayo de 2013

© 2013, Andrés Oswaldo Bernal Ruiz

Todos los derechos reservados

ABSTRACTO

Trabajo de grado realizado por: Andrés Oswaldo Bernal Ruiz

Bajo la dirección de: Jaime Forero Alvarez, PhD

El presente trabajo por un lado busca aportar a la literatura nuevas evidencias acerca de la eficiencia de la agricultura en Colombia y por el otro determinar si la agricultura de pequeña escala tiene mayor eficiencia promedio con relación a unidades de mayor tamaño. Para esto, se usa una metodología no paramétrica como la *Data Envelopment Analysis* (DEA) que permite identificar y comparar los niveles de eficiencia entre los diferentes tipos de explotaciones según su escala. Igualmente importante al cálculo de la eficiencia es la identificación de sus determinantes, que son los factores que hacen que una unidad sea más eficiente que la otra; para este fin se emplean métodos micro econométricos, como la regresión Tobit con censura. Con base en los datos de eficiencia y sus determinantes se realizan recomendaciones y se proponen algunos lineamientos de política pública para la agricultura de pequeña escala, a partir de información técnica de calidad.

RECONOCIMIENTOS ESPECIALES

Jaime Forero Álvarez, Director del presente trabajo, que con su conocimiento del sector rural en Colombia guió el desarrollo teórico, conceptual y metodológico de este trabajo de grado, siempre con disposición constructiva.

Andrés Mauricio Mendoza, Estadístico de la Universidad Nacional con Maestría en Economía de la Universidad de los Andes, quien asesoró la definición del tipo de regresión, el ajuste del modelo de la regresión y el análisis de los resultados de la misma.

Celeste Molina, Gerente Regional para América Latina del Programa de Medios de Vida Sostenibles de OXFAM GB, acompañó generosamente la elaboración del presente trabajo revisando sus avances y sugiriendo nuevas perspectivas.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	1
2. La Agricultura de pequeña escala en Colombia	3
3. La eficiencia, métodos para su cálculo y modelo micro econométrico para la identificación de sus determinantes	10
4. Datos, tratamiento empírico y análisis de los resultados	16
5. Conclusiones y recomendaciones	43
Bibliografía	46

Análisis comparativo de frontera de eficiencia de la agricultura de pequeña, mediana y gran escala en Colombia

1. Introducción

A pesar de la importancia de la agricultura de pequeña escala para la seguridad alimentaria del país¹, y de ser un sector ineludible para avanzar en la superación de la pobreza y la desigualdad², las políticas públicas en el sector agropecuario orientadas a su fortalecimiento son débiles y en algunos casos inexistentes³. Adicionalmente, los hacedores de política han tenido un sesgo por el favorecimiento de la agricultura para exportación de mediana y gran escala⁴ bajo la idea equívoca de que la pequeña agricultura es ineficiente y/o atrasada. Esto sucede, no obstante la evidencia generada por múltiples estudios en América Latina, África y Asia que han encontrado una relación inversa entre el tamaño de las explotaciones agrícolas y su productividad (Lipton, 2009).

La Comisión de Seguimiento de las Políticas Públicas sobre el Desplazamiento Forzado propuso al grupo de investigación Sistemas de Producción y Conservación de la Facultad de Estudios Rurales y Ambientales de la Universidad Javeriana realizar un estudio que determinara la viabilidad económica de los pequeños productores/as agropecuarios, con el objetivo de orientar las políticas públicas dirigidas a afianzar la producción agropecuaria de pequeña escala en el país. Este estudio permitió recabar información cuantitativa

¹ Según Garay (et al., 2010) el 87% de las unidades productivas en el país se asocian a la economía campesina y producen el 50% de la producción del país en cultivos transitorios y 48% de la producción del país en cultivos permanentes.

² La pobreza en Colombia se concentra mayormente en el sector rural. El 62% de la población rural es pobre (frente a 39% en el sector urbano) y el 22% es indigente (frente a un 9% en el sector urbano) DANE (2011).

³ El *Informe de desarrollo humano de Colombia* (2011, pág. 304) concluye: “El país ha hecho varias reformas institucionales en la economía, unas más exitosas que otras, pero no ha concluido la de área rural. Los cambios llevados a cabo en ese sector a partir de 1990 se han quedado rezagados con el avance de la modernización y las necesidades de sus pobladores.”

⁴ El *Informe de desarrollo humano de Colombia* (2011, pág. 34) señala que en Colombia: “El modelo de desarrollo rural es profundamente desigual. Los beneficios de la modernización del sector han favorecido a los grandes productores en detrimento de los pequeños y de las comunidades rurales.”

homogénea para 12 zonas agrícolas del país⁵. El presente trabajo de grado se enmarca en el primer objetivo secundario de dicho estudio, en el que se plantea el uso de la información recolectada para procesamientos estadísticos más sofisticados, en este caso se usará la metodología Data Envelopment Analysis (DEA).

La hipótesis del presente trabajo es que la agricultura de pequeña escala tiene niveles de eficiencia mayores con relación a las explotaciones de mayor tamaño.

Esta hipótesis se apoya en análisis como los efectuados por Michael Lipton (2009), quien realizó una profunda revisión de literatura en busca de evidencias a favor y en contra de la reforma agraria. En ella señala que existe “una brecha enorme entre el conocimiento (de los expertos) y la acción (de los políticos y otras personas influyentes)” cuando se analiza la relación inversa entre el tamaño de las fincas y la productividad por hectárea.

Para el cálculo de la eficiencia se usó el marco propuesto por Farrell (1957), en el que se define la frontera de eficiencia como la máxima cantidad de producto que se puede generar a partir de un conjunto de insumos dado. La ineficiencia será calculada como la diferencia entre dicho máximo y el producto efectivamente producido por la unidad productiva. De esta manera, se identifica la unidad productiva con la mejor práctica, que a su vez se convierte en la frontera de eficiencia, y los niveles de eficiencia de las demás unidades pueden ser calculados como un porcentaje con relación a la frontera. Con este cálculo se procede a realizar la comparación de la eficiencia entre los diferentes tipos de productores según su escala, con el objetivo de identificar el grupo con mayor eficiencia relativa.

Igualmente importante al cálculo de la eficiencia es la identificación de sus determinantes, que son los factores que hacen que una unidad sea más eficiente que la otra; para este fin se emplean métodos micro econométricos, como la regresión Tobit con censura. Con base en los datos de eficiencia y sus determinantes se realizan recomendaciones y se proponen algunos lineamientos de política pública para la agricultura de pequeña escala, a partir de información técnica de calidad.

⁵ El proyecto Eficiencia económica de la agricultura, comisión de Seguimiento de las Políticas Públicas sobre el Desplazamiento Forzado - Universidad Javeriana, es coordinado por Jaime Forero.

Por último, el presente trabajo aporta a la literatura nuevas evidencias acerca de la eficiencia de la agricultura de pequeña escala en Colombia usando una metodología no paramétrica que permite identificar y comparar los niveles de eficiencia entre los diferentes tipos de explotaciones según su escala y, finalmente, determinar la importancia de los diferentes factores productivos y características de los productores/as en la eficiencia de sus plantaciones. En el país solo hay cuatro estudios similares en tres sectores agrícolas: el trabajo realizado por Perdomo, Hueth y Mendieta (2007) en el sector cafetero, los trabajos de Gamarra (2004) y Oviedo (2011) en el sector lácteo y el de Cobo (2008) en el sector Porcicultor.

2. La Agricultura de pequeña escala en Colombia

2.1 El contexto global de la agricultura

En 2008, con la crisis mundial de los precios de los alimentos, los precios de los principales *commodities* alimenticios aumentaron en promedio un 83% (Banco Mundial, 2008), y el sector agropecuario retomó alguna relevancia para los hacedores de políticas y para parte de la opinión pública. Sin embargo, organizaciones como Oxfam⁶ consideran que la crisis no ha cesado. Recientemente, en 2011 los precios superaron los picos alcanzados en la crisis de 2008, que según la FAO hizo que la cifra de personas que sufren hambre superara por primera vez los 1.000 millones. El IFPRI⁷ (2010) estima que en el período entre 2010 y 2050 se registrará un incremento de los precios reales del 59% en el caso del trigo, del 78% en el caso del arroz y del 106% en el caso del maíz. Es decir, la crisis no está conminada y, por el contrario, sigue profundizándose, cada vez con mayor volatilidad en los precios.

⁶ Según <http://www.oxfam.org/es/campaigns/agriculture/la-crisis-del-precio-de-los-alimentos-preguntas-y-respuestas>. 20 de mayo de 2013.

⁷ Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.

A primera vista, el aumento de precios podría ser una oportunidad para la agricultura y principalmente para la agricultura de pequeña escala, que produce mayoritariamente alimentos básicos. Sin embargo, los pequeños agricultores/as no se han podido beneficiar de este aumento en los precios. Por el contrario, se han visto afectados por el alza en los precios de los alimentos que consumen y no producen. Todo esto a causa de factores estructurales, como deficiente infraestructura, limitado acceso a la tierra y al agua, insuficientes servicios de extensión e incipientes niveles de activos productivos. Dichas limitantes son producto, en parte, de décadas de abandono del sector y del desmonte de políticas a su favor (Vorley et al., 2012).

También existen factores de mercado; en general los productos agropecuarios llegan al consumidor final tras un recorrido en el que pasan por varios intermediarios. Estos últimos compran al pequeño/a agricultor/a en la finca o en la cabecera municipal, lo que provoca una total desvinculación entre el productor/a y el consumidor/a. Esta distancia reduce considerablemente los márgenes de ganancia para las/los pequeños/as productores/as e incrementa los precios de los alimentos para los consumidores/as. La compra de los productos agroalimentarios en el ámbito municipal funciona, en la mayoría de los casos, como un monopsonio, con uno o dos compradores por vereda. En general los productores/as tienen desconocimiento de los precios de mercado, de los costos de producción y el flujo de caja es casi inexistente, elementos que se suman al carácter perecedero de los productos, permitiendo que los intermediarios fijen el precio y las condiciones de la negociación (Bernal, 2013).

A estos factores, se suman los acelerados procesos de apertura comercial durante los últimos 25 años de buena parte de las economías de países en vías de desarrollo. En estas negociaciones los productos agropecuarios se han visto afectados en buena medida, perdiendo su competitividad en mercados locales y generando una disminución progresiva en cultivos como los cereales.

2.2 La agricultura de pequeña escala en América Latina

La agricultura de pequeña escala en América Latina representa entre el 30% y 60% de la superficie agropecuaria y forestal de la región y alrededor del 85% de las explotaciones agrícolas. Asimismo, genera entre el 55% y el 77% de los empleos en el área rural. La población vinculada a la pequeña agricultura (cerca del 14% de la población total de estos países) tiene una importante participación⁸ en la producción de los alimentos consumidos en la región (BID – FAO, 2007, citado en Perry 2013) y aporta alrededor del 5,25%⁹ del PIB regional.

A pesar de la importancia del sector, de acuerdo con la FAO, el gasto público agrícola y rural en América Latina y el Caribe decreció un 35% en el periodo 1985-2001, con un agravante adicional: la inversión en la región ha tenido un sesgo anti-pequeño/a productor/a (Vorley et al., 2012, 2012).

En este sentido, según entidades como la FAO, CEPAL e IICA (2009), la agricultura de pequeña escala en la región ha recibido relativamente poco apoyo en relación a su indiscutible aporte a la seguridad alimentaria, al empleo y la sostenibilidad ambiental.

Adicionalmente, la inversión en la agricultura en la región se ha visto desincentivada por la elevada volatilidad de los precios de los alimentos, los altos costos de producción y de los insumos (que requieren derivados del petróleo), la disminución de la inversión para investigación agrícola, el difícil acceso al crédito, y otros factores productivos. Esto ha impedido que el sector se beneficie del alza de precios derivado de la crisis. Frente a esta coyuntura, se ha enfatizado la necesidad de invertir mayor cantidad de recursos en el sector agropecuario con especial énfasis en la agricultura de pequeña escala (FAO, CEPAL e IICA, 2009).

⁸ Las/los pequeñas/os productores llegan a producir hasta el 67% de los alimentos que se consumen en algunos países de la región.

⁹ Cálculo del autor para América Latina continental con los datos presentados en el estudio *Perspectivas de la agricultura y el desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe* (2009) de la FAO, IICA y CEPAL

Los pequeños/as productores/as son un motor de la economía que genera empleo e ingresos en el área rural y constituyen en un factor clave para la seguridad alimentaria de la región y en un sector ineludible para avanzar en la superación de la pobreza y la desigualdad. No obstante, las agendas políticas para el sector se han enfocado, en los últimos años, en fortalecer las condiciones para el acceso a mercados globales —con especial interés en exportaciones no tradicionales, como frutas tropicales o mini-vegetales—, poniéndose a tono con los acuerdos comerciales firmados por buena parte de los países de la región. Lo anterior ha estado acompañado de un injustificado desinterés por los mercados nacionales (Berdegue et al., 2008).

A pesar del desinterés en el ámbito de la política pública, la pequeña agricultura en la región sigue abasteciendo los mercados locales de manera eficiente, disminuyendo su vulnerabilidad ante la volatilidad de precios y aportando a la seguridad alimentaria de la región. Berdegue et. al (2006), en el informe *Agricultura para el Desarrollo: hacia una agenda regional para América Latina*, identifican que en 16 países de la región, que representan más del 80% del PIB agrícola regional, el mercado nacional consume el 73% de los productos agrícolas y agroindustriales. En el mismo sentido, (Reardon y Berdegué, 2002, citados en Berdegue et al., 2008) estiman que las ventas de supermercados en los mercados nacionales representan alrededor de 1.5 veces el valor de las exportaciones.

2.3 Agricultura de pequeña escala en Colombia

En Colombia el sector agropecuario aporta aproximadamente el 8% del PIB y en los últimos años ha tenido un crecimiento promedio de 2,6%, menor que el crecimiento del PIB agregado que ha crecido al 4% (Fedesarrollo, 2011). Adicionalmente, tiene una participación en el empleo total del 19.5%¹⁰, lo que demuestra que es un sector intensivo en mano de obra e importante para la economía del país.

Dentro del sector agrícola nacional, la participación de la producción predominantemente campesina en la superficie cosechada, según Forero et al. (2010) es del orden del 67% y

¹⁰ DANE, 2008

en valor de la producción corresponde al 62.9%. Además, la agricultura familiar equivale al 87% de las explotaciones (BID – FAO, 2007).

Por otro lado, el presupuesto de inversión pública en el sector agropecuario como porcentaje del PIB aumentó durante el periodo 2004- 2011 pasando de 3.7% a 4.5% (López et al., 2011). A pesar del aumento en la inversión, se considera que esta fue insuficiente para las necesidades del sector, como se aprecia en su crecimiento relativo al PIB agregado. Se considera que este fracaso está relacionado con el diseño de las políticas e incentivos que beneficiaron principalmente a la agricultura empresarial y a los biocombustibles (López et al., 2011). Por ejemplo, en 2005 el 29% del valor de los créditos agropecuarios otorgados estaban en manos de pequeños/as productores/as mientras en 2009 solamente el 17% iba a los productores/as de pequeña escala, a pesar de su alta participación en el sector (Cardona, 2009 citado en López et al., 2011).

2.3.1 Caracterización de la agricultura de pequeña escala

En el sector agropecuario existen, de acuerdo con Forero (2012), “dos formas predominantes de organización empresarial: la empresa familiar (o individual) parcialmente monetizada y la gran empresa, totalmente monetizada”. Esta última se caracteriza por tener una racionalidad económica enfocada a la maximización de su rentabilidad y bien pueden ser iniciativas integradas verticalmente o dedicarse exclusivamente a la producción de productos agropecuarios primarios.

Por otro lado, Forero (2012) distingue dos grupos dentro de la agricultura familiar, los campesinos y no campesinos capitalizados (en este trabajo se hará referencia al último grupo como pequeños no campesinos). Los campesinos mantienen una relación diferente con la tierra, la consideran un activo productivo y, a la vez, un patrimonio cultural; tienen fuertes lazos de arraigo con la comunidad rural a la que pertenecen (Forero et al., 2011). Los no campesinos capitalizados o pequeños no campesinos, se caracterizan por buscar rentabilizar en términos de costo de oportunidad, sus factores de producción: la tierra, el

trabajo y el capital. En ellos la organización de la familia no está en función de la producción agropecuaria (Forero, 2012).

En Colombia, estos dos tipos de sistemas, los campesinos y pequeños no campesinos, están altamente monetizados (Forero, 2012), y en general están articulados a los mercados así sea en condiciones desfavorables. Garay et al. (2009, citado en Perry 2013) identificaron que las unidades de agricultura familiar abarcan el 50% de la producción en cultivos transitorios y el 48% de la producción en cultivos permanentes. Su participación en productos como cebolla larga y cabezona, tabaco, cebolla, trigo, papa, fríjol, maíz amarillo tradicional y zanahoria fluctúa entre el 71% y el 97%, y en cultivos permanentes como cacao, banano, café, caña panelera y plátano, su producción se ubica entre 70% y el 81%, productos mayoritariamente para el consumo interno (Perry, 2013) .

Así las cosas, la agricultura de pequeña escala en Colombia, a pesar del abandono al que la han sometido las políticas públicas y a las difíciles condiciones de producción y de acceso al mercado que enfrenta, abastece buena parte de los alimentos de la canasta básica que se consumen en el país.

2.4 Eficiencia de la agricultura de pequeña escala

Diversos estudios han demostrado una relación inversa entre el tamaño de las fincas y la productividad por hectárea. En este sentido, se destaca el análisis efectuado por Michael Lipton (2009), quien realizó una profunda revisión de literatura en busca de evidencias a favor y en contra de la reforma agraria. Lipton señala que existe “una brecha enorme entre el conocimiento (de los expertos) y la acción (de los políticos y otras personas influyentes)” e identifica que dicha brecha es especialmente amplia cuando se analiza la relación inversa entre el tamaño de las fincas y la productividad por hectárea.

Para demostrar este “hecho estilizado”, efectúa una revisión de investigaciones y estudios de caso realizados durante los últimos treinta años en países en desarrollo, que evidencian dicha relación inversa al comprobar que las granjas más pequeñas tienden a utilizar más mano de obra (trabajo) y menos maquinaria (capital) por hectárea en un modelo

productivo que busca maximizar el uso de la tierra a través de prácticas como el *intercropping* (Rosset, 1999), en las que los pequeños/as productores/as aprovechan los espacios entre las plantas de un cultivo para sembrar otros productos, o mediante la rotación y combinación de cultivos y ganado, produciendo, por ejemplo, el abono que sirve para reponer la fertilidad del suelo, incrementando así la producción de la finca y/o reduciendo costos en los insumos.

En consecuencia, para comparar adecuadamente la productividad relativa de las explotaciones de pequeña escala con las de mayor escala, es necesario usar el producto total de la unidad productiva y no el rendimiento de un cultivo particular. De lo contrario, se produciría un sesgo a favor de las explotaciones de mayor escala, que en general se especializan en monocultivos mecanizados; prácticas como el *intercropping* no son económicamente atractivas para los grandes productores en la medida en que dificultan el uso de maquinaria y aumentan el costo de mano de obra (Rosset, 1999).

En Colombia, Forero (2012) ha encontrado que los grandes productores tienen economías de escala mientras los pequeños productores tienen microeconomías de escala. En el caso de los grandes estas economías de escala surgen de su capacidad de compra en altos volúmenes, maquinización de los cultivos y sistemas productivos administrados como procesos. La pequeña agricultura, en cambio, logra desarrollar microeconomías de escala que surgen de su capacidad para organizar sus factores productivos disminuyendo sus costos y/o aumentando su productividad. Por ejemplo, los pequeños productores/as tienen una mayor capacidad de supervisión de la mano de obra y una relación más cercana con sus cultivos y animales, lo que les permite identificar con mayor facilidad las prácticas que arrojan mejores resultados. Estos hallazgos se desprenden de otras investigaciones y estudios de caso adelantados por Jaime Forero en la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Universidad Javeriana.

3. La eficiencia, métodos para su cálculo y modelo micro econométrico para la identificación de sus determinantes.

Para el cálculo de la eficiencia de las diferentes unidades y sus determinantes se utiliza un método en dos etapas. La primera corresponde a la aplicación de un método no paramétrico que estima la eficiencia técnica a partir de una muestra de sistemas productivos. La segunda identifica a través de regresiones los determinantes estadísticamente significativos de las eficiencias calculadas en la primera etapa.

3.1. Un marco no paramétrico para el cálculo de la eficiencia a través del Data Envelopment Analysis

Para realizar las estimaciones de eficiencia se propone el uso de la metodología Data Envelopment Analysis (DEA), debido a que este método no requiere asumir una forma funcional de la tecnología (función de producción) ni de la distribución de los términos relacionados con la ineficiencia. Este método hace que la eficiencia de las DMU (*Decision Making Units*) sean comparables entre ellas bajo la hipótesis de que todas las eficiencias de las diferentes DMU se ubican en o bajo la frontera de eficiencia. Coelli y Perelman (1999) compararon tres métodos diferentes que han sido usados regularmente para estimar las medidas de eficiencia en agricultura: programación lineal paramétrica, mínimos cuadrados ordinarios corregidos y DEA, concluyendo que se puede seleccionar cualquiera de estos métodos sin que haya mayor implicación en los resultados.

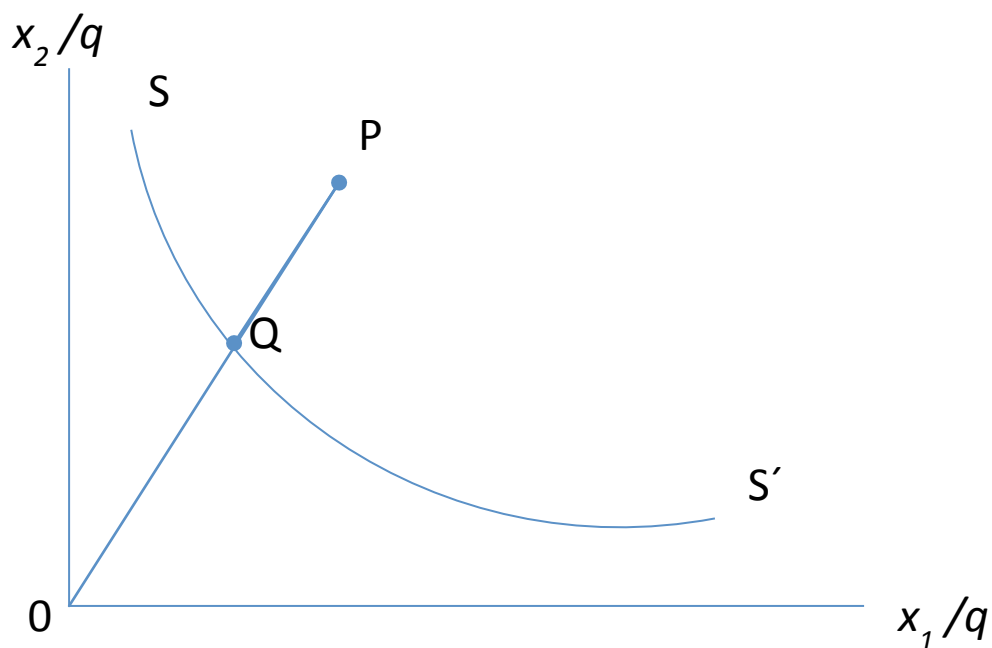
Otra de las principales ventajas del uso del Data Envelopment Analysis es que permite el uso de datos desagregados. No hay necesidad de forzar la agregación de los insumos (x) y los productos (y) o correr modelos separados para obtener tener grados de libertad suficientes, debido a que no se requiere especificar la cantidad de insumos asignada a cada producto (Fletschner y Lydia Zepeda, 2002). Esta propiedad es especialmente útil cuando se realizan análisis de eficiencia de explotaciones agrícolas, pues en general, los pequeños y medianos productores/as producen más de un solo producto.

Para ello, se define la eficiencia como la máxima cantidad de producto que se puede obtener a partir de un conjunto de insumos dados. En palabras de Coelli (2005), la eficiencia técnica se define como el ratio entre los insumos y el correspondiente nivel de producción si la unidad productiva (DMU) utilizara dichos insumos de la manera más eficiente. De esta manera, se identifica la unidad productiva con la mejor práctica que a su vez se convierte en la frontera de eficiencia y los niveles de eficiencia de las demás unidades pueden ser calculados como un porcentaje con relación a la frontera.

Para el cálculo de la eficiencia, se emplean funciones de distancia radiales dada su capacidad para describir tecnologías de producción multi-insumo, multi-producto, sin necesidad de especificar un comportamiento objetivo (por ejemplo, minimización de costos o maximización de beneficios). En el presente trabajo se consideran funciones de distancia de insumos, que caracterizan la tecnología de producción teniendo en cuenta una contracción del vector de insumos a su mínima expresión dentro de un conjunto factible, dado un vector de productos. Por el contrario, la función de distancia de producto considera la máxima expansión proporcional del vector de producto, dado un vector de insumos.

Para ampliar este concepto, se presenta el ejemplo de Farrell (1957, citado en Coelli 2005) en el que se analiza el sencillo caso de 2 insumos (X_1 y X_2) y un vector de productos (q), asumiendo retornos a escala constantes. En la figura 1, la curva SS' representa la curva iso-cuanta definida por las firmas técnicamente eficientes. Esta curva define diferentes combinaciones de insumos que producen un mismo nivel de producto de manera eficiente y a su vez se convierte en la frontera de eficiencia. El punto P muestra la relación de insumos/producto usada por una firma específica, dado que su relación se ubica más allá de la frontera de la iso-cuanta de las firmas eficientes, se puede medir la ineficiencia técnica de la firma como la distancia QP, que es la cantidad en la que el uso de los insumos puede ser reducida sin disminuir el producto. Como se definió antes la ineficiencia se calcula como una proporción, en este caso el ratio QP/OP, que representa el porcentaje en el cual todos los insumos deben ser reducidos para alcanzar la eficiencia técnica.

Gráfica 1. Frontera de eficiencia, caso 2 insumos 1 producto



*Fuente: (Coelli, 2005)

Este ejemplo nos permite describir mejor la metodología DEA, para ello se asume que existen I firmas que producen M productos usando N insumos. Los insumos y los productos asociados a la firma i están representados por los vectores columna x_i y q_i respectivamente. Los datos de todas las firmas se contienen en la matriz de insumos X de tamaño $N \times I$ y la matriz de productos Q de tamaño $M \times I$.

Ahora se puede definir el problema como (Coelli, 2005):

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{s. t.} \quad & -q_i + Q\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned}$$

* Fuente, Coelli (2005)

Donde θ es un escalar y λ un vector de constantes de tamaño $I \times 1$. El valor de θ obtenido corresponde al nivel de eficiencia de la i -ésima firma, este valor satisface la desigualdad $\theta \leq 1$. Cuando $\theta = 1$ la firma se ubica en la frontera de eficiencia y se considera técnicamente eficiente. Nótese que este problema debe ser resuelto I veces, una vez por cada firma de la muestra.

En Coelli (2005) se interpreta el problema de la siguiente manera: la i -ésima firma busca contraer radialmente su vector de insumos x_i , tanto como sea posible, manteniéndose dentro del conjunto de insumos factible. La contracción radial del vector de insumos x_i se produce en el punto proyectado $(X\lambda, Q\lambda)$, en la superficie de esta tecnología. Este punto corresponde a una combinación de los datos observados. Las restricciones del problema de programación lineal aseguran que este punto proyectado no esté fuera del conjunto factible.

Fare et al. (1994, citado en Coelli 2005) describen la tecnología de producción asociada al problema de programación lineal como $T = \{(x, q) : q \leq Q\lambda, x \geq X\lambda\}$; adicionalmente Fare et al. (2004) muestran que esta tecnología define un conjunto que es cerrado y convexo con retornos a escala constantes.

Una vez calculadas las eficiencias, para establecer si existen diferencias entre las eficiencias de los productores/as de pequeña, mediana y gran escala, se consideró el test de Tukey HSD (*honestly significant difference*). Este es un test de un solo paso que permite la comparación de múltiples grupos de datos, a diferencia de los test más usados, como Mann - Whitney, que solo permiten la comparación entre dos grupos.

El test Tukey HSD se utiliza en conjunción con la prueba ANOVA para encontrar si las medias de los grupos son significativamente diferentes entre un grupo y otro. Para ello, compara pares de grupos en todas sus combinaciones posibles. Debido a que STATA no cuenta con este test, se agregó al programa la función “*tukeyhsd.ado*”, desarrollada por la Universidad de California para dicho fin.

3.2 Metodología y hallazgos del proyecto Efiagricola

Como se explicó antes, el presente trabajo se desprende de la información recabada y los análisis realizados por el proyecto Efiagricola, razón por la que se considera pertinente presentar la metodología usada y los hallazgos encontrados por dicho proyecto.

El proyecto Efiagricola (Comisión – Universidad Javeriana) se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿es la agricultura familiar eficiente en términos económicos y pueden o no los agricultores familiares continuar contribuyendo al desarrollo social y económico?

Para responder a este interrogante, el proyecto aplicó una metodología que considera tres indicadores principales: la rentabilidad técnica, la rentabilidad neta y la eficiencia técnica del uso de la tierra; los dos primeros indicadores se calcularon tanto a nivel de cultivo principal como a nivel de sistema de producción.

La rentabilidad técnica se define según el Efiagricola como “un indicador de eficiencia que establece cuanto mayores son los ingresos netos (ingreso bruto – costos directos) con relación a los costos directos. La rentabilidad neta es definida por Efiagricola de manera similar a la razón de rentabilidad técnica incluyendo los costos indirectos, para ello los costos indirectos se descuentan de los ingresos netos y se agregan a los costos directos.

Para el cálculo de la eficiencia, Efiagricola usa el concepto de eficiencia técnica definida como la razón entre los ingresos netos y el área, permitiendo así calcular por hectárea cultivada el valor de la ganancia técnica.

Para comparar los resultados entre grupos, se emplearon dos métodos para analizar las

diferencias estadísticas: en el primero se calculó la varianza de cada indicador expandida al universo y se hizo un análisis estadístico de diferencias de medias; y en el segundo se realizó la estimación de un valor más probable dentro de la distribución muestral para los tres indicadores usando *bootstrap* (Efiagricola, 2013).

Aplicando esta metodología, el proyecto Efiagricola concluyó que “con relación al grupo de los pequeños productores los resultados de esta investigación muestran con claridad que su eficiencia económica no es inferior a la de los medianos y los grandes agricultores. Esta afirmación es válida tanto para los pequeños familiares como para los no familiares”

3.3 Identificación de los determinantes de la eficiencia¹¹

En el presente trabajo, una vez identificados los niveles de eficiencia se determinaron y analizaron los pesos específicos de variables socioeconómicas y productivas como variables explicativas de la eficiencia, dando especial atención al uso de la tierra, la relación capital - trabajo y las microeconomías de escala de la pequeña agricultura.

Para la identificación y categorización de las variables explicativas de las eficiencias se realizó una regresión usando el modelo de Tobit con censura, el cual permite obtener estimadores eficientes y consistentes para modelos, como en este caso, en que la variable dependiente (eficiencia) es limitada, debido a que toma valores de 0 a 1 (Hussain, 1989; Greene, 1991 citados en Haji, 2006). En caso de que se optara por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) los estimadores serían sesgados e inconsistentes (Wooldridge, 2002), debido a que la regresión a través de MCO trataría las unidades eficientes ($E=1$) como los valores “actuales” y no como los valores en el límite superior de la eficiencia (Long, 1997).

Adicionalmente, se eligió el modelo Tobit censurado, debido a que se cuenta con observaciones completas dentro de la muestra, a diferencia del modelo truncado que es de especial utilidad en casos en los que no se cuenta con algunos datos tanto de variables

¹¹ Andrés Mauricio Mendoza, Estadístico de la Universidad Nacional con Maestría en Economía de la Universidad de los Andes Asesoró la definición del tipo de regresión, el ajuste del modelo al que se hizo la regresión y el análisis de los resultados de la misma.

dependientes como de la independiente dentro de la muestra. Al respecto, si se usa un modelo truncado para una variable censurada se obtendrían estimadores inconsistentes (UCLA: Statistical Consulting Group, 2007).

El modelo Tobit se define como (Greene, 2008):

$$Y_{ij} = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i X_i + u_i \quad \text{if } u_i > -\beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_i X_i$$

$$Y_{ij} = 0 \quad \text{if } u_i \leq -\beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_i X_i$$

* Fuente: Greene, 2008

Donde Y_{ij} corresponde al valor de la eficiencia θ del sistema productivo i , X_i son las variables explicativas o determinantes de los sistemas, N es el número de variables explicativas y β y u son respectivamente los parámetros del modelo y el término de error aleatorio.

Finalmente, debido a que no conocemos la distribución de la muestra, se plantea un remuestreo por *bootstrap*, en el que los datos muestra son tratados como si fuesen el total de la población y se usan como el universo del que se extraen nuevas muestras por un número determinado de repeticiones, permitiendo así establecer las propiedades de la muestra (Jáuregui et al, 2004).

4. Datos, tratamiento empírico y análisis de los resultados

4.1 Cálculo de la eficiencia

4.1.1 Datos para el cálculo de la eficiencia

Como se indicó antes, el presente trabajo usa la información recolectada en el proyecto Efiagricola (Comisión – Universidad Javeriana). Dicho proyecto, decidió que se buscarían zonas con altos niveles de actividad agrícola y presencia simultánea de pequeños,

medianos y grandes productores/as, con el objetivo de recabar información para comparar la eficiencia de pequeños, medianos y grandes productores/as.

Para esto se seleccionaron tres de las cinco zonas geográficas de Colombia, donde se concentra el 98,5% de la superficie cultivada del país: la región Andina, la región Caribe y la región de la Orinoquia. A continuación, se identificaron los cultivos más importantes descartando aquellos en los que no había participación de los tres tipos de productores/as o aquellos en los que había heterogeneidad entre cultivos, como frutales y hortalizas. Los cultivos seleccionados fueron seis: café, arroz mecanizado y riego, plátano, palma, papa y maíz tecnificado.

Para la selección de los municipios, a partir de un indicador que combina área cosechada y rendimientos, se identificaron conjuntos de quince a veinte municipios para cada uno de los seis cultivos (el número de municipios dependía del número de zonas geográficas en las que el cultivo tiene presencia) y se seleccionaron aleatoriamente dos municipios de cada subgrupo.

Los municipios seleccionados fueron Belén de Umbría (Risaralda) y Ciudad Bolívar (Antioquía) para café; Chocontá (Cundinamarca) e Ipiales (Nariño) para papa; Sabana de Torres (Santander) y El Retén (Magdalena) para palma; Quimbaya (Quindío) y Fuente de Oro, (Meta) para plátano; Granada (Meta) y María la Baja (Bolívar) para maíz; y, Cabuyaro (Meta) y Majagual (Sucre) para arroz.

Una vez seleccionados los municipios, se identificaron las comunidades rurales con mayores producciones de cada municipio y de manera aleatoria se seleccionaron las veredas que se estudiarían. Se realizaron entre 200 y 300 entrevistas censales a los productores/as en esas veredas, o sus veredas contiguas en el caso de que no hubiera suficientes productores/as en alguna vereda.

En cuanto a la palma, los autores del estudio encontraron que la confiabilidad de los datos era menor debido a que su ciclo es largo y en la muestra cayeron algunos sistemas que no estaban en plena producción; en otras palabras, los rendimientos del cultivo aún están por debajo de los rendimientos esperados en su etapa de mayor productividad, haciendo que estos se sesguen hacia abajo, por esta razón la palma se excluye del presente trabajo

Adicionalmente, para este estudio se depuró la base, descartando las unidades que no declaraban costos en mano de obra o insumos, puesto que estos costos se consideran centrales en la producción agrícola y hacen parte de las hipótesis de análisis. Los datos que se analizaron para el cálculo de la eficiencia desglosados por cultivo, municipio y tipo de producción se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de la muestra

Cultivo	Zona	Tamaño del universo				Tamaño de la muestra				Porcentaje			
		G	M	P	T	G	M	P	T	G	M	P	T
CAFÉ	Belén de Umbria	14	74	129	217	6	34	62	102	43%	46%	48%	47%
	Ciudad Bolívar	56	90	104	250	33	40	49	122	59%	44%	47%	49%
ARROZ	Cabuyaro	18	15	25	58	10	13	23	46	56%	87%	92%	79%
	Majagual	5	18	216	239	1	5	123	129	20%	28%	57%	54%
PAPA	Chocontá	17	53	172	242	7	24	84	115	41%	45%	49%	48%
	Ipiales	22	38	98	158	20	34	55	109	91%	89%	56%	69%
PLATANO	Fuente de Oro	4	17	273	294	4	9	166	179	100%	53%	61%	61%
	Quimbaya	5	26	214	245	3	13	133	149	60%	50%	62%	61%
MAIZ	María la Baja	7	25	211	243	0	3	126	129	0%	12%	60%	53%
	Granada	15	44	114	173	12	24	72	108	80%	55%	63%	62%
Total Diez Zonas		163	400	1556	2119	96	199	893	1188	59%	50%	57%	56%

G=Grandes, M=Medianos, P=Pequeños y T= Total.

* Fuente: Construcción del autor con base en la tabla de descripción de la muestra de Efiagrícola

La encuesta con la que se recabó la información constaba de 267 preguntas divididas en una sección introductoria que identificaba el sistema de producción y seis módulos con que los que se obtuvo la siguiente información: 1) actividades agrícolas de los predios y cultivos, precios de venta, costos de mano de obra, costos de los insumos y grado de mecanización; 2) actividades extractivas y otros ingresos; 3) producción pecuaria y autoconsumo; 4) organización empresarial y precio de la tierra; 5) crédito; y, 6) otros ingresos por empleo, jornales u otras actividades, solo para los agricultores familiares que residen en el predio.

En este punto es importante aclarar que debido a la calidad de los datos recabados por la encuesta, en este trabajo la *decisión making unit* (DMU) es el sistema de producción rural agropecuario, que según la definición de Forero es “una unidad espacial en la cual se adelanta una actividad productiva agrícola, pecuaria, forestal o agroindustrial. El sistema de producción puede ser espacialmente continuo o discontinuo (p. ej. varios predios ubicados en distintos lugares pero que forman una unidad familiar o empresarial en cabeza de una familia o de un empresario). El acceso a los predios puede darse simultáneamente bajo diversas formas de tenencia como propiedad, arrendamiento, el usufructo, compañías, aparcerías, o el disfrute de bienes públicos o de recursos de uso común. El sistema de producción está administrado por una familia, un empresario o un administrador que decide sobre la asignación de los recursos y la orientación de la producción”.

Según el manual de recolección de información del proyecto Efiagricola, el sistema productivo está constituido por uno o más predios y define un predio como “cada una de las unidades espaciales no contiguas, en las cuales se adelantan actividades agropecuarias, que están bajo la misma administración y que conforman una unidad productiva o sistema de producción familiar o empresarial. A los diferentes predios de un sistema de producción se puede, eventualmente, acceder bajo diversas formas de tenencia (propiedad, arrendamiento, aparcería etc.)”.

4.1.2 Variables para el cálculo de la eficiencia

Los valores de las variables que se emplearon corresponden a los de los sistemas productivos y no solamente a los relacionados con el cultivo principal. Se definieron 11 variables, 9 para los insumos y 2 para los productos. Las variables fueron las siguientes:

- Tamaño tierra (TIERR) del sistema productivo medido en hectáreas.
- Maquinaria (MAQUI): corresponde al valor total pagado en el alquiler de la maquinaria, el pago al maquinista y el combustible utilizado. En los casos en los que la maquinaria es propia, se preguntó al productor cuánto hubiese pagado si

hubiera alquilado la maquinaria, teniendo en cuenta la depreciación de la maquinaria.

- Insumos (INSUM): es el costo de todos los insumos, tanto de síntesis química como de origen orgánico o mineral, usados en la producción: semillas, fungicidas y pesticidas, herbicidas, pre-emergentes, fertilizantes o abonos y empaques.
- Otros costos agrícolas (OCOAG): son los costos relacionados con procesos como beneficio, riego y transporte.
- Trabajo (TRABA): corresponde a los costos de mano de obra bien sea contratada o el costo de la mano de obra familiar usada en la producción.
- Costos de mantenimiento del cultivo (CMANT): son los costos relacionados con el soqueo, renovación e instalación de los cultivos.
- Asistencia técnica (CASIT): es el costo de la asistencia técnica recibida en el cultivo.
- Depreciación de infraestructura (CDINF)
- Otros costos por intereses o impuestos (OCOIT)

Se consideraron los siguientes productos:

- Valor de la producción agrícola (VPRAG): este valor incluye el valor de venta de la producción del sistema productivo, el valor del autoconsumo pecuario y agropecuario y la cantidad almacenada de producto.
- Ingresos pecuarios (INGPE): corresponde a los ingresos generados por actividades pecuarias del sistema productivo.

En la tabla 2, se presentan las estadísticas descriptivas de la muestra, con relación a la base de Efiagricola, se eliminaron las observaciones en las que no se definían costos en insumos o trabajo por considerarse esenciales en el cálculo de la eficiencia.

4.1.3 Determinación de la eficiencia por grupos de productores/as

Para determinar la eficiencia se usó el software MAXDEA V5.2, desarrollado por la Universidad de Pekín y la Universidad de Ciencia y Tecnología de Beijing. Para realizar

la selección del software se tuvieron en cuenta revisiones de métodos y software para el cálculo de eficiencia con metodología DEA, como la realizada por (Adler et al., 2002), que, a pesar de no incluir en el listado de software analizados al MAXDEA, sí establecía las características deseables del software.

Una de las limitantes a la hora de elegir el software fue el número de DMU, todos los software gratuitos, excepto MAXDEA que no tiene límite en el número de DMU, establecían un número máximo de DMU por debajo de 500. Adicionalmente, MAXDEA contenía todas las características deseables de un software para el cálculo con DEA.

Por otro lado, con el objetivo de identificar el impacto de anomalías en la base de datos se realizaron varias pruebas. En una de ellas con el objetivo de analizar el impacto de posibles *outliers* en la estimación, se corrió el modelo y usaron los resultados para identificar las DMU con los mejores y los peores índices de eficiencia. Estas DMU se retiraron de la base original y se volvió a correr con el nuevo grupo de observaciones, como se esperaba, había incrementos sutiles en el nivel de eficiencia pero sobretodo se mantenía la relación entre los resultados de los grupos.

Igualmente, se corrió el modelo incluyendo los datos del cultivo de la palma, con los que se contaba producto de la encuesta pero que fueron desestimados por el Efiagrícola, debido a que la palma es un cultivo de largo rendimiento y no todas las unidades entrevistadas estaban en el mismo momento del ciclo productivo, lo que imposibilitaba su comparabilidad. Los resultados fueron similares a los obtenidos corriendo el modelo sin la palma o los obtenidos al eliminar los extremos.

Por último, también se corrió el modelo incluyendo como producto otros ingresos no agrícolas. En el resultado se evidenció un ligero aumento (menor al 2%) de la eficiencia de los pequeños productores/as, ver sección 4.1.5.

El total de la muestra corresponde a 1 188 sistemas productivos, de los cuales 893 corresponden a productores/as de pequeña escala y 199 y 96 corresponde a productores/as de mediana y gran escala, respectivamente. Adicionalmente, se consideraron 9 insumos y

2 productos, en dos de insumos, costos insumos y costo mano de obra e ingresos, y en un producto, valor de la producción agrícola, el 100% de los sistemas de la muestra reportan estos costos e ingresos.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de la muestra

Variable Insumos (I)	TODOS (1188)			PEQUEÑOS (893)			MEDIANOS (199)			GRANDES (96)		
	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.
TIERR (Ha)	1188	10.2	23.4	893	3.7	4.2	199	15.9	15.5	96	59.5	56.6
MAQUI (\$)	720	3,281,985	19,411,666	540	1,197,778	2,935,851	118	7,613,576	43,243,557	62	13,690,433	22,778,923
INSUM (\$)	1188	25,730,587	82,526,103	893	8,110,081	16,856,003	199	37,701,226	42,339,547	96	164,823,857	235,349,952
OCOAG (\$)	745	2,082,912	6,666,033	528	609,062	1,475,388	147	3,405,725	5,699,340	70	13,050,703	17,837,813
TRABA (\$)	1188	17,656,211	77,474,377	893	4,087,018	7,200,818	199	27,152,887	37,987,495	96	124,192,157	239,906,164
CMANT (\$)	362	2,734,775	11,137,915	238	787,572	2,582,824	83	4,763,851	10,449,292	41	16,641,715	31,773,566
CASIT (\$)	32	73,676	701,306	10	14,057	325,513	8	54,045	369,234	14	668,958	2,104,740
CDINF (\$)	428	518,584	3,339,765	306	174,878	636,154	84	669,964	1,906,219	38	3,401,962	10,829,316
OCOIT (\$)	462	732,290	4,684,842	315	272,847	1,326,937	100	1,235,432	3,036,355	47	3,963,094	14,939,443
Variable Productos (O)	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.
VPRAG (\$)	1188	71,176,569	217,558,057	893	22,270,141	28,726,426	199	108,986,160	93,658,659	96	447,732,106	626,786,432
INGPE (\$)	517	1,200,506	2,787,652	405	1,144,840	2,687,645	84	1,303,855	2,866,058	28	1,504,080	3,435,474

G=Grandes, M=Medianos, P=Pequeños, Tamaño tierra del sistema productivo medido en hectáreas (TIERR), Maquinaria (MAQUI) valor total pagado en el alquiler por conceptos de maquinaria, Insumos (INSUM) es el costo de todos los insumos, Otros costos agrícolas (OCOAG), Trabajo (TRABA) corresponde a los costos de mano de obra, Costos de mantenimiento del cultivo (CMANT), Costos asistencia técnica (CASIT) es el costo de la asistencia técnica recibida en el cultivo, Costos en depreciación de infraestructura (CDINF), Otros costos por intereses o impuestos (OCOIT), Valor de la producción agrícola (VPRAG) e Ingresos Pecuarios (INGPE).

* Fuente: Construcción del autor con base en la muestra de Efiagricola.

Al correr el modelo se obtuvieron los resultados que se resumen en la tabla 3. Se destaca el nivel de eficiencia general de 52%, valor que muestra que existen espacios para mejorar la eficiencia de los sistemas, e implica que en promedio las unidades pueden obtener el mismo producto disminuyendo en un 48% sus insumos. Cuando se señala que pueden reducir sus insumos, también se incluye cambios de prácticas productivas, como puede ser su paquete tecnológico, la relación trabajo – capital o la intensidad de uso de la tierra.

Sin embargo, la metodología DEA es susceptible al número de unidades analizadas y a la heterogeneidad de la muestra (Coelli, 1995), razón por la que se corrió el modelo solo por cultivo con el objetivo de disminuir el número de unidades comparadas y su heterogeneidad.

Tabla 3. Eficiencia promedio por tipo de productor

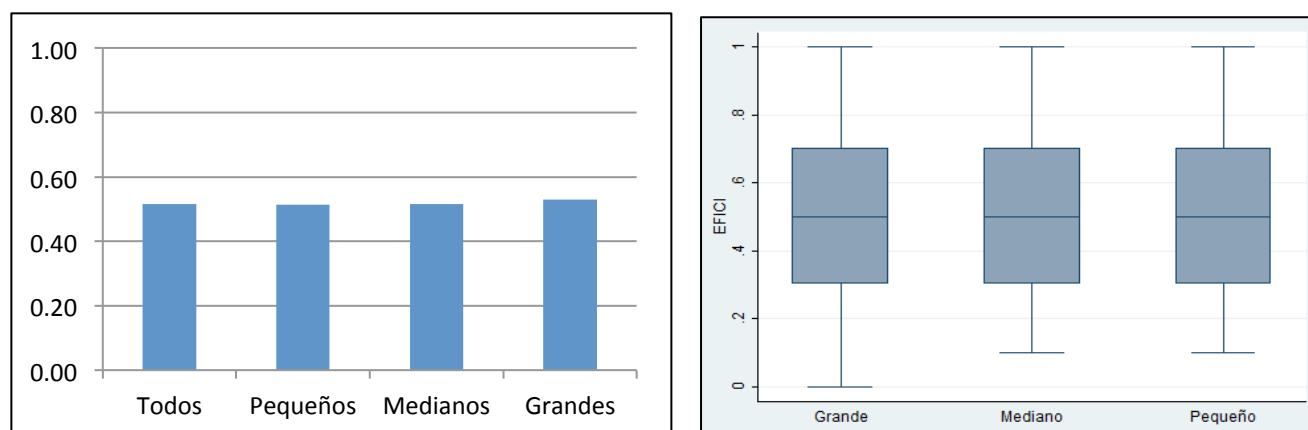
	DMU eficientes	% de DMU Eficientes	Promedio de eficiencia	Desviación estándar
Todos	118	9.9%	0.52	0.27
Pequeños	82	9.2%	0.51	0.27
Medianos	22	11.1%	0.52	0.26
Grandes	14	14.6%	0.53	0.28

* Fuente: Este estudio

No obstante lo anterior, el dato es comparable entre los diferentes grupos de productores/as cuya eficiencia promedio es de 51% para los productores/as de pequeña escala, 52% y 53% para los productores/as de mediana y gran escala respectivamente. Adicionalmente, el 10% de las DMU son eficientes, estas unidades corresponden a aquellas que se ubican en la frontera de eficiencia o en una combinación lineal de unidades que se encuentran en la frontera, el valor de eficiencia asociado a estas unidades es 1, lo que supone que consiguen producir la mayor cantidad de productos posible dados sus insumos.

Estas eficiencias no muestran diferencias significativas según la escala del productor, como se aprecia en la gráfica de promedios y en la gráfica de Boxplot¹². En esta última, se observa que la mediana y las cajas son idénticas para los tres grupos, solo se percibe una diferencia en la dispersión en el grupo de los productores/as de gran escala o grandes cuyo brazo inferior es más largo que en los casos de los pequeños/as o medianos/as productores/as.

Gráfica 2. Eficiencia promedio según tipo de productor y su boxplot.



A pesar de la evidencia gráfica y la similitud en la magnitud de las eficiencias promedio por grupo, el test de Tukey HSD se efectúa con el objetivo de identificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. En la gráfica 3 se presenta el cuadro de salida del test en STATA.

Grafica 3. Resultados test Tukey HSD por tipo de productor

```
. tukeyhsd tipoprod
Tukey HSD pairwise comparisons for variable tipoprod
studentized range critical value(.05, 3, 1185) = 3.3187011
uses harmonic mean sample size = 181.142
```

grp vs grp	group means		mean dif	HSD-test
1 vs 2	0.5142	0.5156	0.0014	0.0676
1 vs 3	0.5142	0.5302	0.0160	0.7972
2 vs 3	0.5156	0.5302	0.0146	0.7296

1=pequeños productores/as; 2=medianos productores/as y 3=grandes productores/as

¹² Un Diagrama Boxplot es un gráfico basado en cuartiles mediante el cual se visualiza un conjunto de datos. Está compuesto por un rectángulo y dos brazos. Suministra información acerca de la mediana de la muestra, los cuartiles (la caja corresponde a los cuartiles 2 y 3), los máximos y los mínimos y muestra *outliers* si son identificados. El análisis de Boxplot permite identificar si la muestra es asimétrica o no, analizando la posición de la mediana en la caja.

El resultado es trascendental para este trabajo. No existen diferencias estadísticamente significativas entre la eficiencia de los pequeños, medianos y grandes productores/as o entre dos de esos grupos en particular.

4.1.4 Determinación de la eficiencia por cultivo por grupos de productores/as

Como se indicó arriba, la metodología DEA es sensible al número de DMU y a la heterogeneidad en la muestra, por esta razón se decidió correr el modelo discriminando por cultivo principal y manteniendo el análisis por tipo de productor/a, con el ánimo de identificar si en cultivos específicos existen diferencias entre las eficiencias de los grupos.

En la tabla 4 se presentan los resultados de la eficiencia discriminando por cultivo y tipo de productor. Se destaca el aumento en las eficiencias cuyo promedio es ahora de 0,60 o 60%, es decir, casi un 10% mayor que su valor sin discriminar por cultivo.

Tabla 4. Eficiencia promedio por tipo de productor/a y cultivo

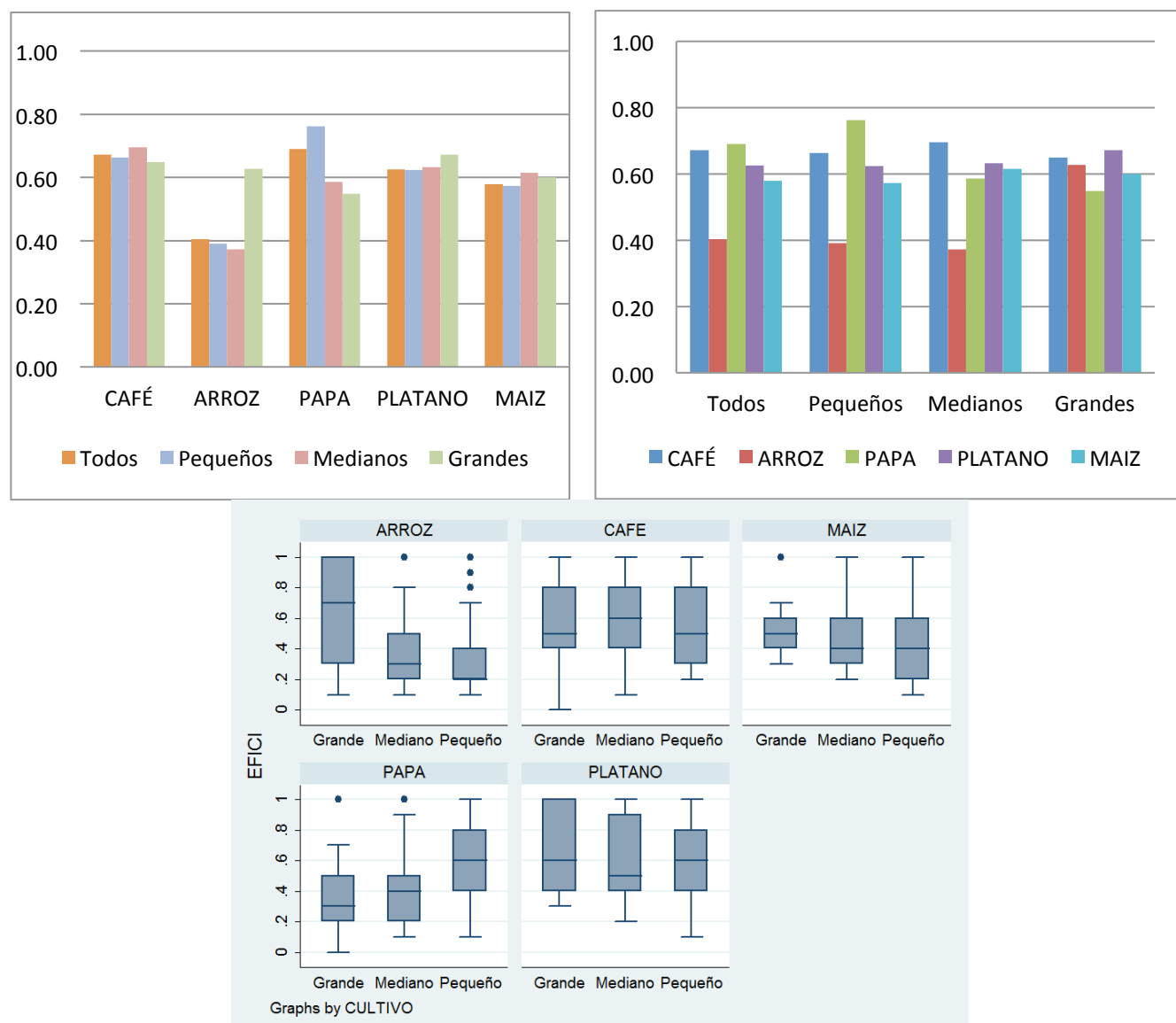
Cultivo	Tipo Productor	DMU Eficientes	% de DMU Eficientes	Promedio de Eficiencia	Desviación Estándar
CAFÉ	Todos	61	27%	0.67	0.26
	Pequeños	29	26%	0.66	0.26
	Medianos	21	28%	0.70	0.25
	Grandes	11	28%	0.65	0.29
ARROZ	Todos	20	11%	0.40	0.28
	Pequeños	16	11%	0.39	0.28
	Medianos	1	5%	0.37	0.24
	Grandes	3	27%	0.63	0.33
PAPA	Todos	50	22%	0.69	0.25
	Pequeños	40	29%	0.76	0.22
	Medianos	7	12%	0.59	0.26
	Grandes	3	11%	0.55	0.27
PLATANO	Todos	46	14%	0.63	0.26
	Pequeños	38	19%	0.62	0.26
	Medianos	6	27%	0.63	0.28
	Grandes	2	29%	0.67	0.27
MAIZ	Todos	36	15%	0.58	0.25
	Pequeños	32	16%	0.57	0.26
	Medianos	3	12%	0.61	0.26
	Grandes	1	8%	0.60	0.14

* Fuente: Este estudio

Sobresalen las eficiencias en papa y café que son muy cercanas al 70% y la del arroz que es la más baja por cultivo 40% sin alcanzar los valores obtenidos al correr todos los cultivos en simultánea. Adicionalmente, el número de unidades eficientes paso de un 10% a un 19% en promedio.

En la gráfica 4 se presentan las gráficas de eficiencia por cultivo por tipo de productor, eficiencia por tipo de productor por cultivo y Boxplot por cultivo por tipo de productor.

Gráfica 4. Eficiencia por cultivo por tipo de productor, eficiencia por tipo de productor por cultivo y Boxplot por cultivo por tipo de productor.



En este caso es más difícil identificar si existen o no diferencias significativas entre las medias de eficiencia según el tipo de productor, por ello se analizan los resultados del test Tukey HSD para cada cultivo que se presentan en gráfica 5.

Gráfica 5. Resultados test Tukey HSD por cultivo por tipo de productor/a.

. tukeyhsd cafxprod						. tukeyhsd arrozxprod					
Tukey HSD pairwise comparisons for variable cafxprod studentized range critical value(.05, 3, 221) = 3.3370569 uses harmonic mean sample size = 62.288						Tukey HSD pairwise comparisons for variable arrozxprod studentized range critical value(.05, 3, 172) = 3.3435225 uses harmonic mean sample size = 19.568					
grp vs grp	group means		mean dif		HSD-test	grp vs grp	group means		mean dif		HSD-test
1 vs 2	0.6631	0.6959	0.0329	0.9779		1 vs 2	0.3911	0.3722	0.0189	0.2983	
1 vs 3	0.6631	0.6487	0.0143	0.4266		1 vs 3	0.3911	0.6273	0.2362	3.7324*	
2 vs 3	0.6959	0.6487	0.0472	1.4045		2 vs 3	0.3722	0.6273	0.2551	4.0306*	

. tukeyhsd papaxprod						. tukeyhsd platxprod					
Tukey HSD pairwise comparisons for variable papaxprod studentized range critical value(.05, 3, 221) = 3.3370569 uses harmonic mean sample size = 48.802						Tukey HSD pairwise comparisons for variable platxprod studentized range critical value(.05, 3, 325) = 3.3298176 uses harmonic mean sample size = 15.653					
grp vs grp	group means		mean dif		HSD-test	grp vs grp	group means		mean dif		HSD-test
1 vs 2	0.7619	0.5862	0.1757	5.1673*		1 vs 2	0.6237	0.6318	0.0081	0.1221	
1 vs 3	0.7619	0.5481	0.2137	6.2868*		1 vs 3	0.6237	0.6714	0.0477	0.7214	
2 vs 3	0.5862	0.5481	0.0381	1.1195		2 vs 3	0.6318	0.6714	0.0396	0.5993	

. tukeyhsd maizxprod					
Tukey HSD pairwise comparisons for variable maizxprod studentized range critical value(.05, 3, 234) = 3.3357983 uses harmonic mean sample size = 23.919					
grp vs grp	group means		mean dif		HSD-test
1 vs 2	0.5732	0.6148	0.0416	0.8097	
1 vs 3	0.5732	0.6000	0.0268	0.5212	
2 vs 3	0.6148	0.6000	0.0148	0.2885	

1=pequeños productores/as; 2=medianos productores/as y 3=grandes productores/as

En cuanto al café, la eficiencia promedio de los medianos es 70%, ligeramente mayor a la de los pequeños 66% y grandes 67% y en promedio el 27% de los sistemas productivos son eficientes. En la Boxplot se aprecia la asimetría en la muestra para los grandes. A pesar de estas diferencias el test de comparación de medias muestra que no existen diferencias entre las medias.

Con relación al arroz, las eficiencias son bastante bajas para el caso de los pequeños y medianos productores/as, 39% y 37% respectivamente, con un 11% y 5% de unidades eficientes. Estos resultados contrastan con el nivel de eficiencia de los grandes, que se ubica en el 63% con un 27% de unidades eficientes. En la Boxplot para el arroz, se aprecia la mediana para los pequeños/as y que la muestra es asimétrica con algunos *outliers* muy eficientes. El test de comparación de medias comprueba estas observaciones y muestra diferencias significativas entre los grupos de pequeños y grandes productores/as y medianos y grandes productores/as, y no encuentra diferencias entre los pequeños y los medianos productores/as.

En la papa las eficiencias promedio tienen, en general, un incremento importante con relación a las eficiencias sin discriminar por cultivo. En este grupo la eficiencia de los pequeños es relativamente mayor, 69% y 29% de unidades eficientes, frente a las eficiencias promedio de los medianos 59% y grandes 55%, con 12% y 11% de unidades eficientes, respectivamente. Esta información se corrobora en el gráfico 4, donde en el Boxplot se aprecia asimetría en los grupos de los medianos y los grandes, ambos con algunos *outliers* con eficiencias muy altas. El test Tukey HSD halla diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de los productores de pequeña escala con los de mediana y gran escala, y ninguna diferencia entre los dos últimos grupos.

En el caso del plátano, los niveles de eficiencia son mayores al conjunto, sin discriminar cultivos; existen ligeras diferencias entre las medias de los grupos, pequeños/as 62%, medianos/as 63% y grandes 67%, con 19%, 27% y 29% de unidades eficientes, respectivamente. En la Boxplot se aprecia asimetría en la muestra de los grupos de grandes y medianos y mayor dispersión en los pequeños. Al analizar el test de comparación de medias, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los grupos de productores/as.

En el maíz aumentan los niveles de eficiencia promedio con relación a los resultados sin discriminar por cultivo, los medianos tienen una eficiencia levemente mayor con relación a los pequeños y a los grandes, 61%, 57% y 60%, respectivamente. Las muestras de los pequeños y grandes son asimétricas con algunos *outliers* altamente eficiente para los últimos. El test Tukey HSD muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de productores/as.

En conclusión, en el análisis de eficiencia por grupo de productor/a sin discriminar por cultivo no hay diferencia entre las eficiencias promedio. Al realizar el mismo análisis discriminando por cultivos, en general, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las eficiencias promedio de los grupos de productores/as, exceptuando 2 casos; el caso de la papa en el que la eficiencia promedio de los productores/as de pequeña escala es mayor que la eficiencia de los de mediana y gran escala, y el caso de arroz en el que la eficiencia promedio de los grandes es mayor que la de los pequeños y medianos.

4.1.5 Determinación de la eficiencia por cultivo por grupos de productores/as incluyendo campesinos

Los análisis realizados hasta este punto han tenido en cuenta tres grupos: los pequeños, medianos y grandes productores/as, y en el grupo de los pequeños productores/as se discriminan otros dos grupos, los pequeños no campesinos y los campesinos.

La diferencia entre estas categorías se delimita en el presente trabajo por dos características: los campesinos usan su propia mano de obra para la producción agrícola y mantienen una relación diferente con la tierra, no solo en cuanto activo productivo sino en cuanto patrimonio cultural. Adicionalmente se caracterizan por tener fuertes lazos de arraigo con las comunidades en las que viven (Forero et al., 2011).

Con el objetivo de mantener el diálogo con el proyecto Efiagricola¹³, este trabajo se ajusta a su caracterización de unidad campesina como aquella en la que más de un 10% de la mano de obra es familiar, el dueño reside en la finca y se auto-declara familiar.

Para establecer si hay diferencias entre las eficiencias de los grupos pequeños no campesinos, campesinos, medianos y grandes productores/as, se corrió el modelo de eficiencia nuevamente. En la tabla 5 se presentan las estadísticas descriptivas, donde se puede apreciar que el número de observaciones total y el número de productores/as de mediana y gran escala se mantienen en 1 188, 199 y 96, respectivamente. El grupo de pequeños/as se dividió en dos grupos pequeños/as no campesinos y campesinos con 674 y 219 unidades, respectivamente. Vale la pena resaltar que la media de tamaño de tierra de los campesinos (2,5 Ha) es menor a la de los pequeños no campesinos (4,09 Ha). Es decir que el grupo de campesinos en buena parte son los más pequeños de los pequeños productores.

Por ultimo, se aclara que en el Efiagricola los campesinos no fueron tratados como un grupo aparte en la estratificación, razón por la cual se desconoce su representatividad estadística.

¹³ El proyecto Efiagricola es consciente de que la clasificación o delimitación del grupo campesinos/as es más compleja, sin embargo se usa esta clasificación que se considera funcional y permite agruparlos de acuerdo a las características de la muestra y la información obtenida.

Tabla 5. Estadísticas descriptivas de la muestra, discriminando pequeños no campesinos y campesinos.

Variable Insumos (I)	TODOS (1188)			PEQUEÑOS NO CAMPEÑINOS (674)			CAMPEÑINOS (219)			MEDIANOS (199)			GRANDES (96)		
	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.
TIERR (Ha)	1188	10.2	23.4	674	4.1	4.4	219	2.5	3.3	199	15.8	15.48	96	59.50	56.56
MAQUI (\$)	720	3,281,985	19,411,666	395	1,423,450	3,320,693	145	503,241	754,889	118	7,613,576	43,243,557	62	13,690,433	22,778,923
INSUM (\$)	1,188	25,730,587	82,526,103	674	9,404,558	18,990,896	219	4,126,168	5,250,496	199	37,701,226	42,339,547	96	164,823,857	235,349,952
OCOAG (\$)	745	2,082,912	6,666,033	368	679,011	1,655,560	160	393,788	615,826	147	3,405,725	5,699,340	70	13,050,703	17,837,813
TRABA (\$)	1,188	17,656,211	77,474,377	674	4,530,562	7,907,053	219	2,721,956	4,067,621	199	27,152,887	37,987,495	96	124,192,157	239,906,164
CMANT (\$)	362	2,734,775	11,137,915	203	965,430	2,918,786	35	240,190	765,205	83	4,763,851	10,449,292	41	16,641,715	31,773,566
CASIT (\$)	32	73,676	701,306	5	17,893	374,488	5	2,250	16,246	8	54,045	369,234	14	668,958	2,104,740
CDINF (\$)	428	518,584	3,339,765	260	210,355	719,783	46	65,695	199,777	84	669,964	1,906,219	38	3,401,962	10,829,316
OCOIT (\$)	462	732,290	4,684,842	241	262,839	1,034,333	74	303,648	1,971,265	100	1,235,432	3,036,355	47	3,963,094	14,939,443
Variable Productos (O)	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.	Observ.	Media	Desv. Est.
VPRAG (\$)	1,188	71,176,569	217,558,057	674	25,887,940	31,303,679	219	11,135,909	13,594,372	199	108,986,160	93,658,659	96	447,732,106	626,786,432
INGPE (\$)	517	1,200,506	2,787,652	265	1,087,309	2,899,475	140	1,321,898	1,881,347	84	1,303,855	2,866,058	28	1,504,080	3,435,474

G=Grandes, M=Medianos, P=Pequeños, Tamaño tierra del sistema productivo medido en hectáreas (TIERR), Maquinaria (MAQUI) valor total pagado en el alquiler por conceptos de maquinaria, Insumos (INSUM) es el costo de todos los insumos, Otros costos agrícolas (OCOAG), Trabajo (TRABA) corresponde a los costos de mano de obra, Costos de mantenimiento del cultivo (CMANT), Costos asistencia técnica (CASIT) es el costo de la asistencia técnica recibida en el cultivo, Costos en depreciación de infraestructura (CDINF), Otros costos por intereses o impuestos (OCOIT), Valor de la producción agrícola (VPRAG) e Ingresos Pecuarios (INGPE).

*Fuente: Construcción del autor con base en la muestra de Efiagrícola.

En la tabla 6 se presentan los resultados de eficiencia para los diferentes grupos. Como es de esperarse, la media de toda la muestra se mantiene (52%), al igual que el número de unidades eficientes (9.8%). Sucede lo mismo con los grupos de medianos y grandes productores/as, quienes tienen 52% y 53% como media de eficiencia, y 11% y 14% de unidades eficientes, respectivamente.

Ahora el grupo de pequeños productores/as no campesinos tiene una eficiencia promedio de 53%, con 9.6% de unidades eficientes, y el grupo de campesinos tiene una eficiencia media de 47%, con 7.8% de unidades eficientes.

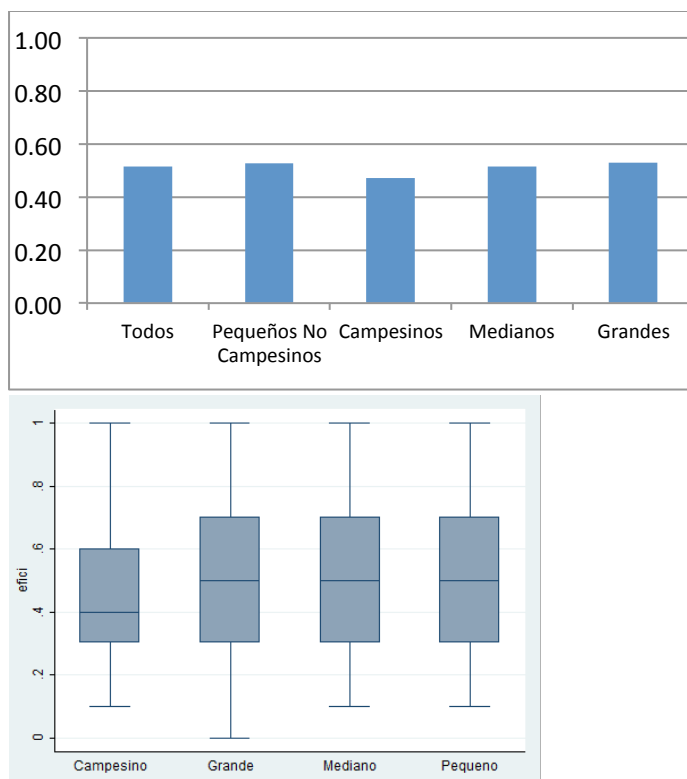
Tabla 6. Eficiencia promedio por tipo de productor, discriminando pequeños no campesinos y no campesinos.

	DMU eficientes	% de DMU eficientes	Promedio de eficiencia	Desviación estándar
Todos	118	9.8%	0.52	0.27
Pequeños No Campesinos	65	9.6%	0.53	0.27
Campesinos	17	7.8%	0.47	0.26
Medianos	22	11.1%	0.52	0.26
Grandes	14	14.6%	0.53	0.28

*Fuente: Este estudio

La gráfica 5, en que se presenta la eficiencia promedio por tipo de productor y su Boxplot, muestran asimetría en el grupo de los campesinos. Al analizar el test Tukey HDS para identificar diferencia de medias, se encuentra que no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Es decir, tampoco se encuentran diferencias en la media de la eficiencia entre grupos incluyendo a los campesinos.

Gráfica 5. Eficiencia promedio por tipo de productor discriminado pequeños no campesinos y campesinos y su Boxplot.



Adicionalmente, se corrió un modelo incluyendo otros ingresos del sistema productivo (OINGR), que corresponden a los demás ingresos por concepto de jornales agrícolas fuera de la finca, subsidios, arrendamientos de predios, etc. La eficiencia promedio de los campesinos fue de 52%, mientras la eficiencia de los pequeños no campesinos fue de 49%, la de los medianos de 48% y la de los grandes de 51%. No obstante lo anterior, se decidió no incluir otros ingresos en el cálculo de la eficiencia debido a que en muchos casos no corresponden a ingresos por actividades agrícolas. Sin embargo, se plantea este escenario para estudios posteriores que quieran analizar temas de pobreza en zonas rurales. Los resultados citados se presentan en el apéndice 1.

Gráfica 6. Resultados test Tukey HSD por tipo de productor, discriminando pequeños no campesinos y campesinos.

```
. tukeyhsd  tipoprod
Tukey HSD pairwise comparisons for variable tipoprod
studentized range critical value(.05, 4, 1184) = 3.6385142
uses harmonic mean sample size = 186.119
```

grp vs grp	group means		mean dif	HSD-test
1 vs 2	0.5276	0.5156	0.0120	0.6090
1 vs 3	0.5276	0.5302	0.0026	0.1324
1 vs 4	0.5276	0.4731	0.0545	2.7635
2 vs 3	0.5156	0.5302	0.0146	0.7414
2 vs 4	0.5156	0.4731	0.0425	2.1545
3 vs 4	0.5302	0.4731	0.0571	2.8959

1=pequeños productores/as no campesinos; 2=medianos productores/as; 3=grandes productores/as y 4=campesinos

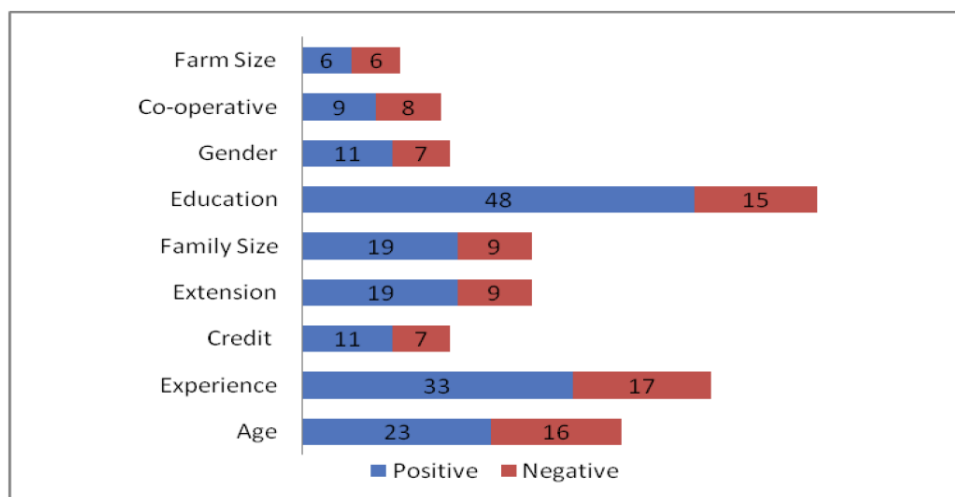
4.2 Cálculo de los determinantes de la eficiencia

4.2.1 Revisión de literatura de determinantes de la eficiencia

Boris E. Bravo-Ureta y Antonio E. Pinheiro (1997) hicieron una revisión profunda de la literatura relacionada con el estudio de frontera de eficiencia para el sector agrícola y analizaron 30 estudios en 14 países diferentes. Adicionalmente, examinaron los estudios que han buscado las variables determinantes del nivel de eficiencia, encontrando que las variables usadas con mayor frecuencia son el nivel de educación y/o la experiencia de los productores/as, acceso a servicios de extensión, acceso a crédito y tamaño del sistema productivo. Los resultados de los estudios revisados muestran que estas variables tienen un impacto positivo y estadísticamente significativo en la eficiencia, aunque con menos frecuencia el tamaño del sistema productivo.

Ogundari (2012) analizó 126 estudios de frontera de eficiencia para productores agrícolas realizados entre 1999 y 2011; entre sus objetivos se encontraba el de identificar los determinantes de la eficiencia encontrados por dichos estudios. En el 48% de las observaciones halló que la educación fue una variable significativa, la experiencia mostró ser importante en el 33% de los casos y la edad del propietario, el tamaño de la familia, acceso a crédito y tamaño de la tierra fueron significativas en 23%, 19%, 11% y 6% de los estudios, respectivamente.

Gráfica 7. Porcentaje de estudios, en los que cada variable fue determinante.



* Fuente: Ogundari (2012)

En Paraguay, Fletschner y Zepeda (2002) identificaron que en las zonas de “colonización”, caracterizadas por explotaciones grandes e infraestructura vial en mal estado, el tamaño de la explotación y la ubicación específica eran variables significativamente explicativas de la eficiencia; mientras en las zonas de “minifundios”, caracterizadas por explotaciones de pequeña escala tipo campesina, los años de experiencia, el derecho de propiedad y el acceso a crédito fueron determinantes de la eficiencia.

En Colombia, Perdomo, Hueth y Mendieta (2010) analizaron los factores que afectan la eficiencia técnica en el sector cafetero colombiano y encontraron que contar con vías de acceso directo, la altura sobre el nivel del mar, el grado de educación y el acceso a beneficiadero, son los determinantes más significativos de la eficiencia para el sector de la caficultura en Colombia.

4.2.2 Los determinantes de la eficiencia analizados¹⁴

A partir de la revisión de literatura realizada en Colombia y otros países acerca de los determinantes de la eficiencia, la información disponible en la base de datos y las características de la muestra de Efiagricola, se eligieron las variables explicativas del presente trabajo.

El primer paso fue desestimar las variables que no eran importantes debido las características de la muestra. Por ejemplo, debido a que las unidades se encuentran en municipios especializados en cultivos específicos y con condiciones relativamente buenas para la producción y comercialización de sus productos, con infraestructura vial y con titulación clara, no se consideraron variables como distancia al mercado, acceso a mercados, grado de monetización, derechos de propiedad y número de predios. Esta última se desestima porque no ha sido significativa en ninguno de los estudios revisados.

En la revisión de literatura es evidente la importancia de los años de experiencia y/o nivel educativo como variables explicativas del nivel de eficiencia. No obstante, en el presente estudio no se incluyen estas variables, debido a que no se cuenta con dicha información.

Las variables que se consideraron en el análisis de determinantes fueron las siguientes:

1. Tipo de productor: corresponde a la conjugación de dos variables *dummy* (GRANDE y PEQUEÑO), productor gran escala (GRANDE=1 y PEQUEÑO=0), productor de mediana escala (GRANDE=0 y PEQUEÑO=0) y productor pequeña escala (GRANDE=0 y PEQUEÑO=1); esta variable está directamente relacionada con el tamaño de la explotación, razón por la cual se desestimó el tamaño del sistema productivo, evitando así, el uso de una variable que se utilizó en el cálculo de la eficiencia, también en el cálculo de sus determinantes.

¹⁴ Andrés Mauricio Mendoza, Estadístico de la Universidad Nacional con Maestría en Economía de la Universidad de los Andes, asesoró la definición del tipo de regresión, el ajuste del modelo al que se hizo la regresión y el análisis de los resultados de la misma.

2. RESID, ¿en donde reside el dueño?: es una variable *dummy* cuyo valor es 1 si el dueño reside en alguno de los predios del sistema, o 0 de lo contrario. Busca identificar la importancia de la supervisión que puede ejercer el dueño si reside en alguno de los predios del sistema productivo.
3. PERSA, personal administrativo: corresponde al personal administrativo con el que cuenta el sistema (no incluye al dueño), toma valores de 0 a 5 según la existencia de cargos de a) jefe o coordinador de mercadeo, b) gerente, c) jefe o inspector de campo, d) mayordomo, y e) administrador.
4. PMOFA y PMOFA², porcentaje mano de obra familiar: corresponde al porcentaje de mano de obra familiar sobre el total de la mano de obra. Al realizar el análisis de dispersión se encontró que existían unidades con alta eficiencia con mano de obra familiar y unidades de alta eficiencia sin mano de obra familiar, razón por la que se consideró una forma cuadrática.
5. DIVERD, ¿el sistema productivo tiene actividades agropecuarias paralelas al cultivo principal?: es una variable *dummy*, busca determinar la relación entre la diversificación y los niveles de eficiencia.
6. RIEGOD, ¿el sistema cuenta con sistema de riego?: es una variable *dummy*, a pesar de que menos del 10% de las unidades tiene riego, se quiso determinar cómo esto afecta la eficiencia. En el sector agrícola es evidente la vinculación del riego con mayores productividades y número de cosechas por año.
7. CREDI, ¿el sistema productivo tiene crédito?: es una variable *dummy* cuyo valor es 1 si el sistema cuenta con crédito, o 0 de lo contrario. Esta variable pretende determinar la importancia del acceso a crédito en la eficiencia.
8. ASSIP, ¿el sistema productivo paga por asistencia técnica?: es una variable *dummy* cuyo valor es 1 si el sistema paga por asistencia técnica ó 0 de lo contrario. Esta variable busca identificar la importancia de pagar por asistencia técnica en la eficiencia.
9. Tipo de productor y principal cultivo, interacción entre dos variables: tipo de productor (pequeño, mediano y grande) y cultivo principal (arroz, papa, plátano, café y maíz). De esta manera se generan 8 variables de interacción que son incluidas en el modelo: PEQUECAFE, PEQUEARROZ, PEQUEPAPA,

PEQUEPLAT, MEDCAFE, MEDARROZ, MEDPAPA y MEDPLAT. Las combinaciones relacionadas con grandes productores y cada uno de los cultivos principales se dejan como parámetros de contrastación y por ende no se incluyen en el modelo.

El modelo consta de un total de 18 variables, debido a que la variable tipo de productor corresponde a la conjugada de 2 variables, porcentaje de mano de obra tiene 2 variables (la relación lineal y la cuadrática) y tipo de productor y principal cultivo corresponde a la conjugada de 8 variables.

4.2.3 Identificación de los determinantes de la eficiencia

Para la regresión se usó el programa STATA, como se indicó antes, se corrió una regresión tipo Tobit con censura. Se realizó una sola regresión a nivel nacional y no por cultivo, esto debido a que se prioriza el establecimiento de los determinantes de la eficiencia de la agricultura en el país a partir de la muestra obtenida, que cuenta con información generalizada para los cultivos y no con información relacionada con características específicas de los cultivos. Este último análisis involucraría aspectos técnicos relacionados con cada uno de los cultivos, estudio que va más allá del alcance de este trabajo, sin embargo se propone a investigadores posteriores hacer análisis específicos por cultivo.

Para disminuir la heterocedasticidad de la muestra se definieron 10 “clusters”, uno por cada municipio, debido a que es posible que los valores de la eficiencia no sean independientes entre los sistemas productivos dentro de cada uno de los municipios, haciendo que sus residuos no sean independientes. Al usar los “clusters” indicamos que las observaciones pueden estar correlacionadas dentro de un municipio pero son independientes entre municipios.

Adicionalmente, se realizó un proceso de remuestreo a través del método *bootstrap*, con 10 000 replicas con el objetivo establecer las propiedades de la muestra, a través de un

método no paramétrico debido a que no conocemos su distribución, permitiendo así hacer más robusta la estimación de los determinantes a través de la regresión censurada Tobit.

Por último, se definió el intervalo de censura [0,1), no se censuraron las unidades con eficiencia igual 1, debido a que era de interés incluir estas unidades de mayor eficiencia en la regresión, pero manteniendo en 1 la cota superior del intervalo de eficiencia para garantizar que se incluya la eficiencia de estas unidades y se consideren estas eficiencias como las que están en el límite superior de eficiencia o en la frontera de eficiencia y no como simples valores actuales.

En la tabla 7 se presentan los resultados de la regresión usando un modelo Tobit censurado en el intervalo [0,1), con un remuestreo *bootstrap* de 10 000 repeticiones, con 10 “clusters” asociados a los municipios, para 1 188 sistemas productivos y 2 de ellos censurados por tener niveles de eficiencia iguales a 0.

Tabla 7. Resultados de la regresión.

Tobit regression	Number of obs	=	1188
	Replications	=	5191
	wald chi2(18)	=	659.78
	Prob > chi2	=	0.0000
	Pseudo R2	=	0.7690
Log likelihood = -30.632597			

(Replications based on 10 clusters in municipio)

efici	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
grande	.0677557	.0763742	0.89	0.375	-.0819349	.2174463
pequeno	-.0267465	.0533773	-0.50	0.616	-.131364	.0778711
resid	-.007148	.0157772	-0.45	0.651	-.0380707	.0237748
persa	-.0450619	.0457961	-0.98	0.325	-.1348207	.0446968
pmofa	-.5245891	.0653366	-8.03	0.000	-.6526465	-.3965318
pmofa2	.5351062	.102164	5.24	0.000	.3348684	.735344
riegod	-.0338973	.0734645	-0.46	0.645	-.1778852	.1100905
diverd	.0527513	.0209112	2.52	0.012	.0117661	.0937364
credi	-.0048659	.0114026	-0.43	0.670	-.0272145	.0174827
assip	.0014522	.0279983	0.05	0.959	-.0534234	.0563277
pequecafe	.1351283	.0284268	4.75	0.000	.0794129	.1908437
pequearroz	-.123784	.0636087	-1.95	0.052	-.2484547	.0008867
pequepapa	.1770058	.0625117	2.83	0.005	.054485	.2995265
pequeplatano	.1708218	.1080706	1.58	0.114	-.0409927	.3826363
medcafe	.1443264	.0698812	2.07	0.039	.0073616	.2812911
medarroz	-.1168876	.1216932	-0.96	0.337	-.3554018	.1216266
medpapa	-.03693	.1087235	-0.34	0.734	-.2500242	.1761642
medplat	.1572751	.1232609	1.28	0.202	-.0843119	.398862
_cons	.4828924	.0559955	8.62	0.000	.3731433	.5926415
/sigma	.2476776	.0104672			.2271622	.268193

obs. summary: 2 left-censored observations at efici<=0
 1186 uncensored observations
 0 right-censored observations

Note: one or more parameters could not be estimated in 4809 bootstrap replicates; standard-error estimates include only complete replications.

*Fuente: Este estudio.

En la tabla 7, se aprecia que el porcentaje de mano de obra familiar (PMOFA) tanto en su relación lineal como cuadrática (PMOFA2), la diversificación del sistema productivo (DIVERD), ser pequeño productor de café (PEQUECAFE), ser pequeño productor de papa (PEQUEPAPA) y ser mediano productor de café (MEDCAFE) son variables determinantes de la eficiencia con un nivel de significancia del 5% ($P > |t| < 0.05$), mientras que ser pequeño productor de arroz (PEQUEARROZ) lo es con un nivel de significancia de 10% ($P > |t| < 0.10$).

No son variables estadísticamente significativas de la eficiencia el tipo de productor (GRANDE y PEQUEÑO), residir en uno de los predios del sistema (RESID), el personal administrativo (PERSA), tener riego (RIEGOD), tener acceso a crédito (CREDI), pagar por asistencia técnica (ASSIP), ser pequeño productor de plátano (PEQUEPLATANO), ser mediano productor de arroz (MEDARROZ), ser mediano productor de papa (MEDPAPA) y ser mediano productor de plátano (MEDPLAT).

Dentro de las variables que no fueron significativas, es fundamental señalar que el análisis de regresión el tipo de productor, es decir la escala del sistema, no es determinante de la eficiencia (GRANDE y PEQUEÑO son no significativas en la regresión). Es decir que no hay correlación entre el tipo de productor o su escala con su eficiencia, aspecto que concuerda con los hallazgos de la sección 4.1 y con los hallazgos de estudio de Efiagricola.

El riego no fue identificado como determinante de la eficiencia. No obstante, es sabido que el riego es una infraestructura productiva clave para periodos de sequía y para aumentar el número de siembras sin depender de los ciclos de lluvia. Sin embargo, al analizar las muestra se encuentra que solo 10% de las unidades estudiadas cuenta con riego, es decir, que existen unidades altamente eficientes en la muestra que no tienen riego, haciendo que el coeficiente se sesgue a valores negativos. Además, la encuesta cubrió un periodo de producción de 3 meses, lo que no permite recoger el valor agregado del riego en tiempos de sequía. El mismo caso, pero en menor medida, se tiene para el

crédito, puesto que solamente el 30% de la muestra tenía crédito en el momento de la encuesta.

Asimismo, la regresión muestra que no son determinantes la cantidad de personal administrativo (PERSA) y el pago por asistencia técnica (ASSIP).

Tabla 8. Valores marginales de los determinantes de la regresión Tobit

```
. margins, dydx(*) predict (e(0,1))
Average marginal effects          Number of obs =      1188
Model VCE      : Bootstrap

Expression      : E(efici|0<efici<1), predict(e(0,1))
dy/dx w.r.t.    : grande pequeno resid persa pmofa pmofa2 riegod diverd credi assip pequecafe pequearroz pequepapa
                  pequeplatano medcafe medarroz medpapa medplat
```

	dy/dx	Delta-method Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
grande	.0505891	.0573236	0.88	0.377	-.0617631	.1629413
pequeno	-.01997	.0395636	-0.50	0.614	-.0975133	.0575733
resid	-.0053369	.0117424	-0.45	0.649	-.0283516	.0176777
persa	-.033645	.0337458	-1.00	0.319	-.0997856	.0324955
pmofa	-.391679	.045266	-8.65	0.000	-.4803987	-.3029593
pmofa2	.3995315	.0752233	5.31	0.000	.2520964	.5469665
riegod	-.0253091	.0544562	-0.46	0.642	-.1320413	.0814232
diverd	.0393862	.0155173	2.54	0.011	.0089728	.0697996
credi	-.0036331	.0085394	-0.43	0.671	-.02037	.0131039
assip	.0010842	.0209068	0.05	0.959	-.0398923	.0420608
pequecafe	.1008921	.0209285	4.82	0.000	.0598731	.1419112
pequearroz	-.0924221	.0471629	-1.96	0.050	-.1848596	.0000155
pequepapa	.1321595	.0486556	2.72	0.007	.0367964	.2275226
pequeplatano	.1275423	.0787773	1.62	0.105	-.0268584	.281943
medcafe	.1077598	.0527561	2.04	0.041	.0043598	.2111598
medarroz	-.0872729	.0901699	-0.97	0.333	-.2640026	.0894569
medpapa	-.0275734	.0806607	-0.34	0.732	-.1856655	.1305188
medplat	.1174278	.0915025	1.28	0.199	-.0619139	.2967695

* Fuente: Este estudio

Por otro lado, las conjugaciones de tipo de productor y cultivo principal arrojaron resultados muy interesantes. Se destacan las siguientes combinaciones: i) ser pequeño o mediano productor/a de café tiene relación positiva con la eficiencia, en otras palabras los productores/as de café pequeños y medianos tienden a tener mayor eficiencia con valores marginales de (0,10) y (0,10), respectivamente, ver tabla 8; ii) en arroz, ser gran productor/a conlleva mayor eficiencia, mientras que para los pequeños producir arroz trae menor eficiencia (-0,09), y para los medianos no es un determinante de la eficiencia, y iii) ser pequeño/a productor de papa tiene relación directa positiva con la eficiencia, con un valor marginal de (0,13).

Con relación a los otros determinantes, para la mano de obra familiar, como se indicó en la descripción de la variable, el análisis de dispersión mostró una relación cuadrática, entre

la mano de obra familiar y la eficiencia. En un extremo se encuentran unidades altamente eficientes con mano de obra familiar y en el otro unidades altamente eficientes sin mano de obra familiar, razón por la que esta variable también recogía el peso de la mano de obra en la estructura de costos de los sistemas, en promedio la mano de obra total corresponde al 28% de los costos directos de las unidades. En la tabla 8 se presentan los valores marginales, que para este caso son de (-0,39) para el porcentaje de mano de obra, y (0,40) para el porcentaje de mano de obra al cuadrado, permiten establecer que el PMOFA (porcentaje mano de obra familiar) tiene rendimientos crecientes. En otras palabras, a mayor PMOFA decrece la eficiencia hasta un punto en el que después la comienza a aumentar.

La diversificación es un determinante de la eficiencia con un nivel de significancia del 5% y un valor marginal de (0,039); esto se debe a que unidades que presenta diversificación tienden a tener mayor eficiencia, sin embargo su valor marginal es el más bajo entre los determinantes, lo que hace suponer que también existen muchas unidades sin diversificación que tienen eficiencias altas.

5. Conclusiones y recomendaciones

En el análisis comparativo de la eficiencia por tipo de productor del conjunto de la muestra (sin discriminar por cultivo), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las eficiencias medias de los grupos de productores (pequeños, medianos y grandes). En otras palabras, el nivel de eficiencia entre los grupos es equivalente. Adicionalmente, en el proceso de identificación de los determinantes de la eficiencia se observó que la escala del productor no es un determinante estadísticamente significativo del nivel de eficiencia.

Al cotejar estos hallazgos con la hipótesis del presente trabajo en la que se plantea que “la agricultura de pequeña escala tiene niveles de eficiencia mayores con relación a las explotaciones de mayor tamaño”, se puede concluir que en el caso de cultivos en zonas especializadas con altos niveles de actividad agrícola con presencia simultánea de

pequeños, medianos y grandes productores/as, con condiciones relativamente buenas para la producción y comercialización de sus productos, con infraestructura vial y con titulación clara, la eficiencia de la agricultura de pequeña escala tiene niveles de eficiencia similares a los de la agricultura de mediana y gran escala.

Este hecho es fundamentalmente importante para demostrar a los tomadores de decisión y a la opinión pública que en la definición de políticas públicas y la asignación de presupuestos se debe dar igual peso, proporcional a su participación en el sector, a la agricultura de pequeña escala que a explotaciones de mayor tamaño. Esto debido a que por un lado exhibe niveles de eficiencia competitivos con relación a los grandes y por el otro aporta a la generación de empleo y la seguridad alimentaria del país, al producir mayoritariamente para mercados locales, a la vez que contribuye a la resiliencia del país ante la volatilidad en los precios internacionales de los alimentos.

Al realizar los análisis de eficiencia separadamente por cultivo, las eficiencias promedio corresponden a 69% en la papa, 67% en el café, 63% en el plátano, 58% en el maíz y 40% en el arroz. Estas eficiencias promedio se construyeron a través de una metodología como la DEA (Data Envelopment Analysis), que compara las eficiencias entre los propios sistemas productivos e identifica como referentes los que tienen los mejores resultados y estos a su vez se convierten en la frontera de eficiencia. Esto indica que existen espacios considerables para incrementar la eficiencia de la agricultura en el país, hay productores/as que tienen prácticas productivas que les permiten mejores resultados que a sus pares. Por ejemplo, en el caso de la papa los papicultores/as pueden reducir en un 31% los insumos que están empleando y conseguir el mismo nivel de producto que las unidades más eficientes. En este sentido, se propone a investigadores posteriores ahondar en la identificación, caracterización y socialización de esas buenas prácticas por cultivo.

En análisis de los determinantes de la eficiencia, sobresale el aporte de la mano de obra familiar a la eficiencia, que con una relación cuadrática permite identificar que existen sistemas productivos con altas eficiencias, unos sin participación de mano de obra familiar y otros con mano de obra familiar. Este hallazgo robustece la importancia y racionalidad

de los sistemas productivos de tipo campesino, que emplean mano de obra familiar en mayor medida, y refuerza los resultados que muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas al comparar las eficiencias promedio de los grupos de productores distinguiendo dentro del grupo de los pequeños productores dos grupos: pequeños no campesinos y campesinos.

Adicionalmente, tener algún grado de diversificación en el sistema productivo tiene correlación positiva con la eficiencia, es decir que a mayor grado de diversificación mayor eficiencia, sin embargo su bajo valor marginal hace suponer que también existen muchas unidades sin diversificación que tienen eficiencias altas. Este resultado es consistente con la teoría de las microeconomías de escala Forero (2012) que ha encontrado que los grandes productores tienen economías de escala mientras los pequeños productores tienen microeconomías de escala. En el caso de los grandes, estas economías de escala surgen de su capacidad de compra en altos volúmenes, maquinización de los cultivos y sistemas productivos administrados como procesos. Los pequeños, en cambio, logran desarrollar microeconomías de escala que surgen de su capacidad para organizar sus factores productivos, identificar mejores prácticas y maximizar el uso de la tierra, disminuyendo así sus costos y/o aumentando su productividad.

Por último, existen combinaciones de tipo de productor y cultivo que son determinantes de la eficiencia. En ese sentido, tiene correlación positiva con la eficiencia ser pequeño o mediano productor de café, gran productor de arroz, pequeño productor de papa, y correlación negativa ser pequeño productor de arroz. Estos resultados permiten recomendar que los programas estatales de desarrollo rural dirigidos a la agricultura de pequeña escala deben incentivar la producción de los cultivos que hacen parte de la canasta básica de alimentos, como los analizados en este estudio, donde los pequeños productores tienen eficiencias similares en relación con los medianos y grandes productores y sobre todo en aquellos donde la combinación tipo productor y cultivo es determinante de la eficiencia. La creación de incentivos específicos a estos subsectores, no solo mejoraría las condiciones de bienestar y calidad de vida de estos hogares, sino que también dinamizaría y consolidaría las economías locales.

Bibliografía

- Adler Nicole, Friedman Lea y Sinuany-Stern Zilla (2002). Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. *European Journal of Operational Research*.
- Banco Mundial (2008). Rising food prices: Policy options and World Bank response. Banco Mundial.
- Berdegué, Julio, Alexander Schejtman, Manuel Chiriboga, Félix Modrego, Romain Charnay y Jorge Ortega (2008). Agricultura para el desarrollo: hacia una agenda regional para América Latina. RIMISP
- Bernal, Andrés (2013). Más Ingresos, Más Influyentes. La experiencia de acceso a mercados, incidencia política e intercambio de aprendizajes de pequeños/as productores en Colombia, Honduras y el Salvador. OXFAM. Manuscrito enviado para publicación.
- Bierens, Herman J. (2004). *The Tobit model*. Penn State University.
- Byringiro, Fidele y Thomas Reardon (1996). “Farm productivity in Rwanda: effects of farm size, erosion and soil conservation investments”, *Agricultural Economics*.
- Bravo-Ureta, Boris y Antonio E. Pinheiro (1997). *Efficiency Analysis of Developing Country Agriculture: A Review of the Frontier Function Literature*. *Journal of Agriculture and Resource Economics*.
- Bravo-Ureta, Boris, Daniel Solís and Víctor H. Moreira López (2007). *Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis*. Springer
- Cesaro Luca, Marongiu Sonia, Arfini Filippo, Donati Michele y Capelli Maria Giacinta (2009). *Methodology for analysing competitiveness, efficiency and economy of scale. Use and applications of DEA*. FACEPA.
- Cheng Gang and Qian Zhenhua (2012). *MaxDEA Manual Version 5.2*. Peking University and University of Science & Technology Beijing.
- Coelli, Tim (1995). *Recent developments in Frontier Modelling and Efficiency Measurement*. Department of Econometrics, University of New England, Armidale, NSW

- Coelli, Tim y Sergio Perelman (1999). “A Comparison of Parametric and Non-Parametric Distance Functions”. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, vol. 117(2), pages 326-339.
- Coelli, T., D.S. Prasada Rao y G.E (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- Darku, Alexander B., Stavroula Malla y Kien C (2012). *Historical Review of Agricultural Efficiency Studies*. Department of Economics, University of Lethbridge, Alberta, Canadá.
- Ebenezer O. Ogunyinka y Igbekele A. Ajibefun (2003). *Determinants of Technical Inefficiency on Farm Production: Tobit Analysis Approach to the NDE Farmers in Ondo State, Nigeria*. *International Journal of Agriculture & Biology*.
- Efiagricola (2012). *Manual de recolección de información del proyecto Efiagricola*. Universidad Javeriana.
- Efiagricola (2013). *La Eficiencia Económica de los Grandes, Medianos y Pequeños Productores Agrícolas Colombianos, Resumen de Resultados Febrero – 2013*. Universidad Javeriana.
- Emrouznejad, A. Parker, B. y G. Tavares (2008). “Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA”. *Journal of Socio-Economics Planning Science*.
- FAO, CEPAL e IICA (2009). *Perspectivas de la agricultura y el desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*. IICA.
- Färe, R., Grosskopf, S., Whittaker, G. (2004). “Distance functions with applications to DEA. En Cooper, WW., Seiford, L.M., Zhu, J. (Eds.), *Handbook on data envelopment analysis*. Kluwer Academic Publishers, pp. 139–15.
- Fletschner, Diana y Lydia Zepeda (2002). *Efficiency of Small Landholders in Eastern Paraguay*. *Journal of Agricultural and Resource Economics*.
- Forero, Jaime, Fernando Barberi, Luis Jorge Garay, Iván Cardona y Carlos Salgado (2010). *El Campesinado Colombiano, Entre el protagonismo económico y el desconocimiento de la sociedad*. Universidad Javeriana.
- Forero, Jaime. Elcy Corrales Roa, Laura Estévez Moreno y colaboradores (2011). *Informe Final del proyecto: viabilidad económica y ambiental de sistemas de*

producción familiares agropecuarios sostenibles y convencionales en los países andinos. Sispan I. Universidad Javeriana – Colciencias. Informe sin publicar. Bogotá.

- Forero, Jaime (2012). Economía de la Agricultura Familiar y de la Producción Campesina. Manuscrito enviado para publicación.
- Fried Harold O., Knox Lovell C. A. y Schmidt Shelton Spencer (2008). *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford University Press
- González Espitia, Carlos (2010). *Modelos con Variable Dependiente Discreta y Limitada con STATA*. ICESI.
- Greene, W. (2008) *Econometric Analysis*. New York University.
- Hazell y Norton (1986). *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan.
- Heltberg, Rasmus (1998). “Rural Market Imperfections and the Farm Size-Productivity Relationship: Evidence from Pakistan”, *World Development*.
- Kirk, Roger E. (1998). *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. Brooks/Cole Publishing.
- Lipton, Michael (2009). *Land Reform in Developing Countries: Property Rights and Property Wrongs (Priorities for Development Economics)*. Routledge.
- Long, J. S. (1997). *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables*. Sage Publications.
- López, Cecilia, Juan Ricardo Garnica y Fabiola Campillo (2011). *La Inversión Pública en Agricultura*. OXFAM.
- López Jáuregui y Elosua Oviden (2012). *Estimaciones bootstrap para el coeficiente de determinación: un estudio de simulación*. Universidad del País Vasco.
- Mc Donal Jhon and Moffitt Robert (1980). *The uses of tobit analysis*. The review of economics and statistics.
- Ogundari K. (2012). *A review of Nigerian agricultural efficiency literature, 1999-2011: What does one learn from frontier studies?* Department of Food Economics and Consumption Studies, University of Kiel, Kiel, Germany

- Perdomo, Jorge, Darrell Hueth y Juan Carlos Mendieta (2006). Factores que afectan la eficiencia técnica en el Sector Cafetero Colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos. Ensayo de Economía Cafetera.
- Haji Jema (2006). Production Efficiency of Smallholders' Vegetable-dominated Mixed Farming System in Eastern Ethiopia: A Non-Parametric Approach. *Journal of African Economies*, Oxford journals.
- Mc Donal Jhon and Moffitt Robert (1980). *The uses of tobit analysis*. The review of economics and statistics.
- Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T.B., Ringler, C., Msangi, S. y You, L. (2010). Food security, farming, and climate change to 2050: Scenarios, results, policy options. Washington, DC, IFPRI (2010)
- Perry, Santiago (2013). Agricultura familiar y seguridad alimentaria en los países andinos. Manuscrito no publicado.
- Pesquera, Aida y Adriana Rodriguez (2009). “Impactos del actual TLC entre Estados Unidos y Colombia para los pequeños productores rurales: Pérdida de alternativas económicas y de seguridad alimentaria nacional”. *Revista Deslinde*, Cedetrabajo.
- Rosset, Peter (1999). The Multiple Functions and Benefits of Small Farm Agriculture. FoodFirst.
- Shif Gurmu (2012). *Illustration and Practice Problems for Tobit and Selection Models*. Georgia State University.
- Soto Baquero, Fernando, Marcos Rodríguez Fazzone y César Falconi (2007). Políticas para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. BID – FAO.
- Steiner, Roberto (2011). Debate de Coyuntura Económica, Auge minero-energético y estructura productiva en Colombia. Fedesarrollo.
- Thanassoulis, E (2001). *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis*, Warwick DEA Software.
- Thanassoulis E., Portela Maria C. S., y and Despić O. (2008). “DEA – The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis”. En *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. Oxford University Press.

- Tobin, James (1958). *Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables*. Econometrica.
- UCLA: Statistical Consulting Group (2007). Stata Data Analysis Examples, Tobit Analysis en <http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/dae/tobit.htm>.
- Vorley Bill, Cotula Lorenzo y Chan Man-kwun (2012). Tipping the Balance, policies to shape agricultural investments and markets in favor of small-scale producers. IIED
- Won Jae (2000). *Regression Analysis*. University Tennessee.
- Wooldridge, Jeffrey (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press

APÉNDICE 1

Resultados eficiencia incluyendo otros ingresos con 4 grupos (pequeños no campesinos, campesinos, medianos y grandes).

Apéndice 1, Tabla1. Eficiencias por tipo de productor incluyendo otros ingresos y discriminando pequeños no campesinos y campesinos.

	DMU eficientes	% de DMU eficientes	Promedio de eficiencia	Desviación estándar
Todos	122	10.1%	0.50	0.26
Pequeños No Campesinos	64	8.9%	0.49	0.26
Campesinos	26	13.6%	0.52	0.27
Medianos	20	10.0%	0.48	0.26
Grandes	12	12.4%	0.51	0.28

Apéndice 1, Gráfica1. Eficiencias por tipo de productor incluyendo otros ingresos y discriminando pequeños no campesinos y campesinos.

