



Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos*

Factors that affect the technical and allocative efficiency in the colombian coffee sector: An application with data envelopment analysis

Jorge Andrés Perdomo **
Juan Carlos Mendieta ***

Resumen

La eficiencia técnica y asignativa son análisis relativos, empleados en procesos productivos para conocer el máximo nivel producido y cantidad óptima utilizada de insumos acorde con sus precios. El presente estudio maneja datos microeconómicos de caficultores pequeños, medianos y grandes en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, para determinar la eficiencia técnica y asignativa mediante

* Agradecemos, muy especialmente, la valiosa colaboración y aportes a este trabajo de Darrell Hueth, Ph. D. Profesor en la Facultad de Economía Agrícola y Recursos Naturales, 2200 Symons Hall, College Park, MD 20742, Estados Unidos. Correo electrónico: dhueth@arec.umd.edu.

** Investigador y profesor de cátedra. Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jor-perd@uniandes.edu.co.

*** Profesor investigador. Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE), Facultad de Economía, Universidad de los Andes; A. A. 4976, Bogotá, D. C., Colombia. Correo electrónico: jmendiet@uniandes.edu.co.

Este artículo fue recibido el 29 de junio de 2007, modificado el 16 de noviembre de 2007 y aceptado el 10 de diciembre de 2007.

el método no paramétrico Análisis Envolvente de Datos – DEA (Data Envelopment Analysis, siglas en inglés). La eficiencia técnica promedio encontrada para pequeños fue de 3,76%, medianos de 51,71%, grandes de 60,15% y todo el sector¹ de 42,38%. Mientras en eficiencia asignativa la media estadística obtenida, sobre las mismas unidades cafeteras, se ubicó así: 36,13%, 42,98%, 18,86% y 36,50%, respectivamente. Estas cifras, en el plano general, posiblemente presumen un sector cafetero y por tamaño de caficultor, en la muestra, ineficiente técnica y asignativamente. Resaltando a los grandes productores como más eficientes técnicamente e ineficientes asignativamente de todos los grupos involucrados. Esto significa que las unidades empresariales emplean muy bien la cantidad de insumos para maximizar su producción pero no logran producir al mínimo costo, dada la ineficiencia asignativa. Mientras los minifundistas, los campesinos y el sector general no explotan sus factores óptimamente y tampoco llegan al menor costo en producción por tener ineficiencia técnica y asignativa.

Palabras clave: eficiencia técnica y asignativa, datos microeconómicos, sector caficultor colombiano, Caldas, Risaralda, Quindío, método no paramétrico, DEA, maximización de producción y mínimo costo.

Clasificación JEL: H21, D61, C14, C81.

Abstract

Technical and Allocative efficiency are relative concepts, first it is used conventionally, to know if a producer obtain the maximum level of production, according to the amount of inputs used in the process. The second looks for to know if the producer uses the optimal amounts of inputs in the production process, according to the prices of these production factors. This study use microeconomic data on coffee producers of the Caldas, Quindío and Risaralda to determinate the levels of technical and allocative efficiency using “Data Envelopment

¹ Entendiéndose como la agregación de los pequeños, medianos y grandes caficultores en la zona cafetera establecida (Risaralda, Caldas y Quindío) y sólo nos referimos a ella cuando se alude la frase todo el sector. Desvirtuando que involucre a todos los cafeteros colombianos de las distintas regiones como un todo.

Analysis – DEA”. Technical efficiency for small producers it is 3.76%, for middle producer it is 51.71% and big producers it is 60.15%, for the all coffee sector the technical efficiency it is 42.38%. Whereas for the allocative efficiency, the results are 36.13%, 42.98%, 18.86% and 36.50%, respectively. This results show that the coffee Colombian sector it is inefficient technical and allocatively. This means that the big producers uses the correct amount of inputs for maximize the coffee production but they do not produce following the schedule of minimum cost. On the other hand, small and middle producers and for all coffee sector they do not use efficiently the inputs, they do not maximize your coffee production and they do not produce following the minimum cost schedule, this because they are technical and allocatively inefficient.

Key words: technical and allocative efficiency, nonparametric methods, data envelopment analysis, microeconomic data, colombian coffee sector.

JEL Classification: H21, D61, C14, C81.

Introducción

Colombia es el tercer productor cafetero y principal agricultor de café Arábica lavado mundial (Banco Mundial, 2002). Desde 1870 empezó a desarrollar su producción comercial y actualmente representa el 2% del PIB nacional. Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia – Fedecafé, existen aproximadamente 560.000 fincas dedicadas a cultivar café. En éstas se encuentran los pequeños² (minifundistas), medianos³ (campesinos) y grandes productores⁴ (empresariales) (Banco Mundial, 2002).

² El 64% de los caficultores son minifundistas con menos de media hectárea sembrada en café.

³ Según Fedecafé, el 31% de los productores corresponden a unidades empresariales cafeteras campesinas con un promedio de 2,2 hectáreas sembradas en café.

⁴ De acuerdo con Fedecafé, los cafeteros empresariales son el 5% del total de unidades productivas, con fincas que fluctúan entre 7 y 35 hectáreas cultivadas en café.

La principal región cafetera colombiana (Quindío, Risaralda y Caldas), objeto de este estudio, cuenta con características ideales para cultivar café; porque el grano se cosecha principalmente en zonas templadas a 1.200 metros sobre el nivel del mar⁵ y tiene característica perenne⁶. Según la Federación Nacional de Cafeteros, los caficultores colombianos están situados, en todo el país, en 3,6 millones de hectáreas; donde 869.500 son destinadas a cultivar café, su producción se ubicó en 11.600 millones de sacos⁷ para el año 2003; la recolección cafetera es realizada entre los meses marzo-abril⁸ y octubre⁹. Además, en Colombia existen 590 municipios cafeteros que albergan 560.000 caficultores; Quindío, Risaralda y Caldas se conocen como el Eje Cafetero y abarcan la mayor parte de las características cafeteras descritas en el país.

Por otra parte, el sector cafetero colombiano emplea de forma directa a 530.000 personas aproximadamente (Consejo Internacional del Café, 2003) y unas 2,5 millones dependen del cultivo. De acuerdo con Pizano (2001), la pequeña explotación cafetera predomina en Colombia, provee el 15% sobre la producción total y aporta, de manera simultánea, una parte significativa en mano de obra requerida por los grandes caficultores. Siguen, las unidades campesinas, medianos productores, que generan el 40% de la producción nacional, y finalmente el 45% restante es producido por cafeteros empresariales (Ramírez, Silva, Valenzuela, Villegas y Villegas, 2002).

El café ha sido importante en la economía nacional por generar grandes ingresos, consecuencia de una mayor participación externa (Pizano, 2001, 2), alcanzando hasta 80% en las exportaciones totales (Arteta, 1985, 17). Pese a su buen comportamiento hacia finales del siglo XVII y hasta el XX, las ventas en el mercado mundial lograron su máximo histórico durante 1986, año con un total de US\$ 2.988 millones, gracias a los buenos precios internacionales. Este fenómeno produjo

⁵ Los ciclos dependen de la altitud, cuanto más alto se prolonga el ciclo y cuanto más bajo, más corto.

⁶ Cultivo permanente o de períodos largos.

⁷ O bultos de 60 kilogramos.

⁸ Cosecha traviesa y se recolecta el 30%.

⁹ Cosecha principal, se recolecta 40% y el 10% restante es recogido en la práctica del Re-Re.

importantes efectos en la economía colombiana para demandar bienes y servicios, potencial de inversión industrial, ahorro interno, capacidad importadora en materias primas y bienes de capital (Banco Mundial, 2002). Cambios que tuvieron auge entre 1870 y 1930, permitiendo con ello integrar la economía del país y tener resultados en los ámbitos político y social¹⁰. Sin embargo, toda dinámica, del producto en las exportaciones colombianas, se perdió una vez desatada la crisis cafetera mundial. Los bajos precios presentados con el problema, contribuyeron a ceder terreno en la balanza comercial y productos nacionales no tradicionales para exportar, como flores, superaron los montos comercializados internacionalmente de café en julio (2000); marzo, julio, agosto (2001); abril, mayo, junio, julio (2002); febrero, marzo, mayo, julio, agosto (2003) y junio, agosto, septiembre (2004)¹¹.

Adicional a la coyuntura externa, que influye sobre el sector, se presume una posible fragmentación interna de tierras en el Eje Cafetero. Palabras más, existe la hipótesis que las familias han dividido los lotes dedicados al cultivo de café. Aunque hoy no existen estudios técnicos que acepten o rechacen esta premisa, tampoco se conoce exactamente el origen del problema. Este comportamiento obedece posiblemente al crecimiento demográfico de la zona; obligando a las comunidades cafeteras, ante la imposibilidad de encontrar nuevas oportunidades en el mercado laboral, a fraccionar sus parcelas entre el número de miembros que constituyen su núcleo familiar.

Al mismo tiempo, también en Colombia, parece que los caficultores para mitigar el riesgo ocasionado por la volatilidad en precios internacionales del grano, han sustituido el cultivo de café hacia otras actividades agrícolas como la ganadería y el banano. Esta conducta se conoce comúnmente con el nombre diversificación de cultivos¹².

¹⁰ “El café fue fundamental para el crecimiento económico, la balanza de pagos, las finanzas públicas, el empleo, el desarrollo industrial nacional y regional y para el sistema político, económico e institucional del país” (Pizano, 2001, 3).

¹¹ Véase “Publicación histórica de estadísticas sobre el sector externo colombiano”, Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE.

¹² Para entender si el fenómeno de diversificación en cultivos es relevante para el Eje Cafetero colombiano, se debe contar con precios de productos cultivados y observar la relación entre éstos y la producción cafetera. Aunque según Fedecafé en Colombia no se presenta este fenómeno, predomina la fragmentación y concentración en tierras dedicadas al cultivo del grano.

Al igual que para el caso sobre segmentación de área en fincas, esto es sólo una hipótesis porque tampoco existen investigaciones técnicas en el tema. Por consiguiente, hasta este momento, estos dos supuestos son los que posiblemente expliquen la disminución en la superficie sembrada de café. Entre 1970 y 1997 el área cultivada cafetera disminuyó 18,5%; para 1970 y 1981 la reducción fue de 5,9% y durante 1981 y 1997 la caída en hectáreas cultivadas del grano alcanzó el 12,6% (Guhl, 2004, 141).

Otra preocupación para la economía cafetera colombiana, está relacionada con los costos de producción. Lo anterior teniendo en cuenta que el país es un gran damnificado por la crisis de precios internacionales, maneja altos costos para cultivar café comparado con otros países productores a escala mundial. Por ejemplo, el costo para producir una libra de café en Vietnam varía entre US\$ 0,20 y US\$ 0,22. Mientras a Colombia producir una libra de café le cuesta US\$ 0,57 si es gran productor, US\$ 0,60 para medianos y US\$ 0,61 a los pequeños productores, y en Brasil este mismo costo se ubica entre US\$ 0,45 y US\$ 0,50 (Pizano, 2001, 58 y 76).

Los fenómenos sobre fragmentación en tierras cafeteras, diversificación de cultivos y otros factores, posiblemente pueden estar afectando la eficiencia productiva y asignativa en Colombia. Ocasionando costos grandes para producir café en el país comparado con Vietnam y Brasil. Además, estas mismas conductas presumidas en el país, pueden estar repercutiendo en la productividad y competitividad del cultivo. Esto obliga a pensar en estudios que generen evidencia para contribuir en una mejora de la situación cafetera colombiana.

Considerando lo anterior y la importancia del sector en la economía, en la cultura y en el ámbito social colombiano, se han realizado varios estudios (Leibovich y Barón, 1996; Duque y Bustamante, 2002; Zambrano, 1991), académicos e institucional, acerca de los procesos productivos y determinantes de productividad para la actividad cafetera nacional, enfocados a encontrar, diseñar y formular políticas que puedan aumentar la producción y la competitividad; para enfrentar así los cambios estructurales globales¹³ tejidos alrededor del producto exportable.

¹³ Ocasionados por la crisis mundial cafetera de 1989.

Sin embargo, en los estudios existentes la falta de información sobre el sector limita y dificulta tomar decisiones. La carencia estadística detallada de carácter microeconómico en Colombia, discriminada por tipo de productor cafetero, es un problema relevante que no permite evidenciar las debilidades del sector para formular políticas económicas cafeteras. Ante este problema, las disposiciones en política que se tomen para la caficultura colombiana, pueden conllevar a resultados que perjudiquen el sector antes de favorecerlo, deteriorando su competitividad en mercados internacionales e incrementado los inconvenientes, para enfrentar las amenazas estructurales a escala mundial que circundan al café.

Según García y Ramírez (2002), “es muy poco lo que se conoce sobre las particularidades de los pequeños productores, específicamente sobre los aspectos microeconómicos de su actividad, o de las interacciones de éstos con otras actividades de índole social, económica, cultural y política. Esta falta de información y análisis limita la elaboración de un diagnóstico más preciso de la caficultura y de los caficultores del país y, consecuentemente, resta cualquier posibilidad de éxito a cualquier estrategia dirigida a ellos. Profundizar en estos asuntos permitirá el diseño de políticas y programas institucionales acertados y pertinentes”. Ante estas consideraciones, los estudios a realizar en Colombia sobre el tema de producción, costos y productividad cafetera, requieren de un análisis técnico para investigar el problema y una buena calidad de información, que busquen desarrollar modelos, que logren especificar y describir un adecuado comportamiento de los insumos sobre la producción en café colombiano.

Hoy día, la organización cafetera más grande del país se basa en una serie de instituciones que buscan mejorar su eficiencia administrativa y está dirigida a diseñar políticas cafeteras para enfrentar el problema de tipo estructural. Posiblemente, si se contara con un modelo cafetero enfocado en los problemas microeconómicos, puede contribuir a mejorar el reto macroeconómico. Porque una mayor eficiencia para producir café, potencialmente puede repercutir en aumento productivo y competitivo desde lo individual y, de esta manera, obtener mejor desempeño en los indicadores cafeteros macroeconómicos nacionales e internacionales.

Por todo lo expuesto, el objetivo principal de este estudio es el de proveer información sobre eficiencia¹⁴ técnica¹⁵ (ET) y asignativa¹⁶ (EA), en producción de café para la muestra realizada en Quindío, Risaralda y Caldas. Pese a esto, los resultados obtenidos no son suficientes para tener un sector más eficiente y competitivo. No obstante, se debe considerar que si la caficultura no es eficiente técnica y asignativamente, tampoco producen al mínimo costo y, por consiguiente, los productores de café colombiano no maximizan beneficios.

Con los resultados obtenidos sobre ET y EA, buscando mejorarlas, se pueden realizar algunas sugerencias en la caficultura del país para cafeteros pequeños, medianos, grandes y sector general muestreado en el Eje Cafetero. Desarrollando este estudio, se encontraron investigaciones relacionadas, aplicando la misma metodología analítica para otros países, con el cultivo de café; lo cual permite observar, cómo es la eficiencia técnica y asignativa de otros caficultores distintos a los colombianos. En contraste, el presente trabajo se diferencia por determinar la ET, EA y sus determinantes por estratificación del área cafetera cultivada. En otras palabras, para cada tipo de productor (pequeño, mediano, grande y sector general cafetero de la región examinada).

Para finalizar esta primera parte, el documento se encuentra dividido de la siguiente manera: sección I, metodología empleada, algunos aspectos teóricos importantes sobre Análisis Envolvente de Datos, DEA (Data Envelopment Analysis, siglas en inglés), utilizados en este estudio. Sección II, comprende el estado del arte en economía de producción cafetera aplicando DEA, mediante una revisión literaria para el tema a escala nacional e internacional. En la sección III se discrimina el proceso para recolectar los datos analizados; además, contiene descripción de información a emplear y determinantes para la ET y EA. En la sección IV se encuentran los análisis estadísticos, correlación

¹⁴ “La eficiencia es un concepto relativo, que se obtiene por comparación con otras alternativas disponibles, considerando los recursos empleados en la consecución de resultados” (Just, Hueth y Schmitz, 2004, 10).

¹⁵ Se refiere al logro del máximo nivel en producción posible, dada unas cantidades de insumos.

¹⁶ Se refiere al logro del máximo nivel en producción posible, a menor costo comparado con el resto de las alternativas.

y resultados empíricos bajo DEA e interpretación. Por último, en la sección V están las conclusiones y algunas sugerencias derivadas del trabajo realizado.

I. Metodología analítica

Gran parte de los trabajos realizados sobre eficiencia técnica y asignativa a escala mundial en sectores de producción, salud, deporte, educación, ambiente, recursos naturales, transporte, energía eléctrica, público, turismo, financiero, entre otros¹⁷, han empleado técnicas paramétricas (desarrollos econométricos) y no paramétricas (programación matemática). Comúnmente denominadas como Fronteras de Producción Estocásticas (FPE) y Análisis Envolvente de Datos (DEA). El estudio empleará esta última, para alcanzar su objetivo.

A. Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Los estudios sobre eficiencia se originan a partir de 1957, con el trabajo pionero realizado por Farrell (1957). Luego Charnes, Cooper y Rhodes (1978) propusieron el método de análisis envolvente de datos. DEA es un enfoque no paramétrico; con esta técnica no es necesario imponer una estructura determinada para la frontera, por tanto muy útil para comparar la eficiencia técnica y asignativa, sin conocer previamente una función de producción o costos. Es un sistema de optimización diseñado para medir la eficiencia relativa, sobre Unidades Organizacionales en la Toma de Decisión (DMU - Decision Making Units, siglas en inglés). Las DMU, para el presente estudio, son denotadas por las fincas cafeteras del sector establecidas con pequeños, medianos y grandes productores.

El principal objetivo con DEA, es mejorar la eficiencia relativa en cada explotación encuestada, dedicada a cultivar café. Siguiendo el modelo básico de programación lineal propuesto por Charnes *et al.* (1978), el análisis requiere de tantas optimizaciones como cantidad de fincas se

¹⁷ Véase revisión de literatura en la sección II de este estudio, haciendo énfasis a los estudios en el sector de la producción agrícola en los ámbitos nacional e internacional.

evalúen. La ecuación (1) representa el problema de programación lineal matemática para los cafeteros seleccionados, permitiendo estimar la eficiencia técnica en cada caficultor. Donde, v^k distingue la ponderación sobre cada productor (k); q, q^k respectivamente equivalen al nivel óptimo de producción general y para una determinada finca (k); x_n^k, x_n^0 corresponden a la cantidad empleada en insumos por cafetero (k) y usados de manera eficiente.

$$\begin{array}{ll}
 \text{MAX } q & \\
 q, v^1, \dots, v^k & \text{S.A.} \\
 & \sum_{k=1}^k q^k v^k \geq q \\
 & \sum_{k=1}^k x_n^k v^k + \phi \leq x_n^0 \\
 & \sum_{i=1}^k v^k = 1 \\
 & v^k \geq 0
 \end{array} \quad (1)$$

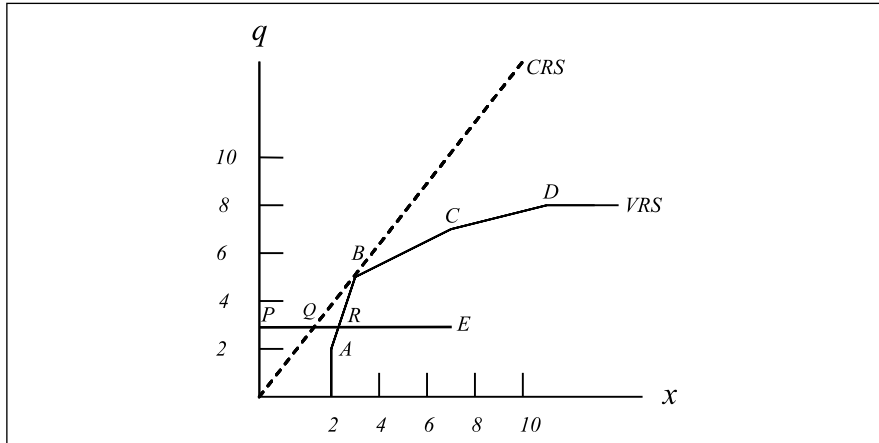
Para encontrar la eficiencia asignativa, en el mismo muestreo, la ecuación (2) expresa dualidad en el problema de programación lineal matemática. Sobre ésta, los precios eficientes, asociados al insumo requerido se representan en w_n^0 . Su índice de eficiencia se obtiene por la tasa entre el costo óptimo ($w_n^0 x_n^0$) y observado para la finca (k) ($w_n^0 x_n^k$). Valores del indicador iguales a 1 reflejan la eficiencia asignativa y los menores ineficiencia en la asignación, de factores requeridos para cada productor cafetero seleccionado, dados sus precios.

$$\begin{array}{ll}
 \min \sum_{n=1}^k w_n^0 x_n^0 & \\
 x_1^k \dots x_n^k, v^1, \dots, v^k & \text{S.A.} \\
 & \sum_{k=1}^k q^k v^k \geq q \\
 & \sum_{k=1}^k x_n^k v^k + \phi \leq x_n^0 \\
 & \sum_{i=1}^k v^k = 1 \\
 & v^k \geq 0
 \end{array} \quad (2)$$

Los ponderadores, bajo DEA, se requieren para normalizar el numerador y denominador solucionando así el problema sobre unidades de

medidas heterogéneas, en las que se encuentran insumos y productos. La formulación lineal, representada por la ecuación (1), permite obtener medidas en eficiencia técnica incluyendo *economías de escala* Banker, Charnes y Cooper (1984). Por esto, ϕ es libre y enseña los *rendimientos a escala*¹⁸ para evaluar eficiencia en cada unidad productora cafetera.

Gráfico 1. Frontera eficiente para diferentes tipos de rendimientos a escala.



Fuente: Chavas, Petrie y Roth (2005, 166).

En el gráfico 1 se pueden apreciar soluciones para diferentes tipos de rendimientos a escala¹⁹. Con un insumo²⁰ (x) y una producción²¹ (q) la línea punteada representa rendimientos constantes, mientras que la demarcada en negro crecientes a escala. El tamaño por explotación cafetera constituye una buena relación entrada-salida (*input-output*) para los puntos A , B , C y D ; mostrando eficiencia técnica sobre éstos, pero con *rendimientos a escala* diferentes. De acuerdo con lo anterior,

¹⁸ $\phi \geq 0$ implica rendimientos crecientes; $\phi = 0$ constantes y $\phi \leq 0$ decrecientes.

¹⁹ El análisis de eficiencia utilizando la metodología DEA puede suponer rendimientos constantes o variables a escala; este último puede ser bajo el supuesto de rendimientos crecientes o decrecientes a escala.

²⁰ Un insumo empleado en la producción de café, como área cultivada del grano, maquinaria empleada o mano de obra utilizada.

²¹ Cantidad de arrobas obtenidas en café.

el segmento AB trabaja con *rendimientos crecientes a escala*²², quiere decir que la finca A es técnicamente eficiente e ineficiente a *escala*.

Mientras la unidad B , encontrada en las dos fronteras, presenta eficiencia técnica y a *escala*, los tramos B , C y D reflejan *rendimientos decrecientes a escala*²³; pero las observaciones C y D de igual manera son técnicamente eficientes e ineficientes a *escala*. Ante esto, el productor E , retirado de ambas fronteras, presenta eficiencia con *rendimientos a escala constantes* denotado por $\theta_{CRS} = \frac{PQ}{PE}$ y con *rendimientos variables* $\theta_{VRS} = \frac{PR}{PE}$ determinando que $\theta_{CRS} \leq \theta_{VRS}$.

La programación lineal busca señalar cuáles son las fincas, por tamaño en producción, que forman una superficie *envolvente* de la mejor práctica. En otras palabras, producciones eficientes pertenecerán a esta frontera y las ineficientes quedarán *envueltas* por ellas (véase gráfico 1). DEA está sustentado en el método Benchmark²⁴, usualmente empleado para medir la eficiencia en las empresas. El Benchmark permite establecer un *ranking* para observar cuáles son las empresas más eficientes, ineficientes y qué deben mejorar estas últimas, *envueltas* bajo la frontera, para lograr alcanzar el límite y de esta manera mejorar su eficiencia. Finalizando el contexto metodológico, DEA, se establecen algunas ventajas y desventajas (véase cuadro 1) por emplear el análisis para calcular la eficiencia técnica²⁵.

²² Un incremento en el insumo hace crecer más que proporcionalmente la producción.

²³ Un incremento en el insumo hace decrecer más que proporcionalmente la producción.

²⁴ Es un tipo de esquema adoptado por las empresas, que usa el concepto de empresa eficiente, es decir, una empresa que se adapta a las condiciones del mercado y opera bajo un plan óptimo. A partir de este esquema, la eficiencia técnica se mide a través de comparaciones. Se toma la firma más eficiente como referencia y a partir de ésta se compara el resto de las firmas del sector, para observar cómo se encuentran respecto a la referente.

²⁵ El problema de programación matemática para el análisis envolvente de datos de este trabajo, se realizó mediante el programa especializado Frontier Analyst Professional.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas del método DEA.

Bajo el enfoque no paramétrico, DEA, en los análisis de eficiencia se tiene:	
Ventajas	Desventajas
No es necesario especificar una forma funcional de producción o costos.	Es sensible a datos atípicos en la muestra.
Flexibilidad en el uso de información, se puede utilizar variables continuas y discretas cualquiera que sea la unidad de medida.	Se requiere información completa.
	Se obtienen resultados puntuales de eficiencia, sin poder analizar su precisión.
Por ser un análisis no paramétrico es menos susceptible a errores de especificación.	Cuando se comparan las unidades no es posible conocer si la diferencia se debe exclusivamente a errores en los datos, generando dudas sobre la confiabilidad de los resultados.
Fácil de comprender.	
Evalúa presencia de economías a escala.	

Fuente: Autores, a partir de los artículos de Charnes *et al.* (1978) y Chavas *et al.* (2005).

II. Estudios en eficiencia técnica y asignativa con aplicaciones DEA en la producción de café

Actualmente existen estudios con aplicaciones analíticas para la eficiencia técnica (ET), asignativa (EA) y de escala (EE), en el sector agrícola²⁶ y otros sectores mediante el método DEA en varios países²⁷. A continuación se hace énfasis de trabajos realizados a escala mundial en el sector cafetero, utilizando esta metodología, empleando Rendimientos Constantes a Escala (RCE) y Rendimientos Variables de Escala (RVE) para estimar la eficiencia técnica, asignativa y a escala.

Mosheim (2002) determinó la ET, EA y EE para los procesadores del sector cafetero en Costa Rica. Las unidades de estudio fueron cooperativas y firmas inversionistas cafeteras entre 1988 y 1993, promediando sus resultados cada dos años (1988-1989 a 1992-1993). Para el caso de la ET, este autor tomó la producción de café tipo exportación con relación a la cantidad empleada en trabajadores, energía y capital. En la EA, manejó como variable dependiente los costos de producir el grano en este país como función del precio, sus insumos utilizados en la producción y la cantidad producida de café para consumo local en kilogramos por firma.

²⁶ Pero no en café a escala nacional.

²⁷ Véanse Garrett (2001) y Chavas *et al.* (2005).

Aplicando DEA y asumiendo rendimientos variables a escala, Mosheim calcula cada eficiencia, encontrando igualdad en la eficiencia técnica, asignativa y escala para las cooperativas y firmas inversionistas. Para esta misma muestra, encontró eficiencia técnica y asignativa e ineficiencia en sus rendimientos a escala. Además, realiza una comparación de medias por tipo de eficiencia cada dos períodos. Su resultado principal es que no existen diferencias en promedios de eficiencia entre un período y otro, en pocas palabras, la eficiencia se ha mantenido a lo largo del tiempo.

A su vez, Mosheim relaciona estas eficiencias con las variables tipo de organización, tamaño para la firma y finca, competencia, localización, cantidad cosechada y el año. Mediante un modelo de ecuaciones simultáneas encuentra que la competencia y localización afectan negativa y significativamente cada una de las eficiencias. Además, sus índices calculados son muy bajos y diferencia de promedios cada dos períodos no son importantes; quiere decir que las medias aritméticas para cada eficiencia no ha variado ampliamente entre 1988 y 1993 en el sector caficultor de Costa Rica.

Infelizmente, el trabajo realizado por Mosheim no muestra cifras concretas para cada eficiencia obtenida en DEA. Sólo se pueden observar sus resultados estadísticos promediados y el porcentaje de firma o inversionistas cafeteros que obtuvieron rendimientos variables a escala, eficiencia técnica y asignativa. Desde el punto de vista de resultados, es más valioso mostrar su Benchmark y posibles mejoras derivadas del análisis; como lo muestra la presente investigación de economía cafetera en Colombia.

Binam, Silla, Diarra y Nyambi (2003) obtuvieron evidencia de la ET para África, bajo DEA (suponiendo RCE y RVE), en la región Côte d'Ivoire. Además, estimaron un modelo Tobit para encontrar los determinantes que afectaban su comportamiento, teniendo en cuenta las siguientes variables: área dedicada a cultivar café, educación para el jefe de hogar, años de la propiedad del terreno, acceso a crédito e infraestructura. Los niveles promedio en la ET encontrados son de 36% y 47%, utilizando rendimientos constantes y variables a escala, respectivamente. Con esta primera modalidad hallaron un puntaje en eficiencia técnica que varió de 2% hasta 100% y con la segunda obtuvieron un rango entre 5% y 100%.

Con los resultados, para Côte d'Ivoire, Binam *et al.* (2003) determinan ineficiencia técnica en el sector cafetero, indicando que pueden mejorar la relación insumo-producto de café en la región estudiada. Por otra parte, entre los determinantes más importantes para la ET, estimados con el modelo Tobit, se destacan las siguientes variables: tamaño de la familia y pertenecer a un grupo social por parte del caficultor, afectando de manera negativa la ET y resultando estadísticamente significativas.

Esta deducción es importante para el presente estudio, debido a su semejanza en análisis de eficiencia técnica para la muestra cafetera colombiana. Sin embargo, se diferencia por realizar el desarrollo metodológico a cada tipo de productor y nivel general de los cafeteros seleccionados. Además, se aprovechan las bondades en DEA, para sugerir mejoras sobre el empleo de insumos que posiblemente pueden repercutir en mayor producción del grano con la misma cantidad de factores utilizados, por cada productor (con un ejemplo ilustrativo en una finca encuestada).

Ríos y Shively²⁸ (2005) estudian la eficiencia técnica y asignativa, para 209 fincas en Vietnam y los determinantes que afectan su comportamiento (los mismos de Binam *et al.*) manejando un modelo Tobit, de acuerdo con su área cultivada en café. Las fincas pequeñas (con menos de 1,5 hectáreas) son menos eficientes que las grandes (mayores a 1,5 hectáreas), encontrando una ET y EA promedio de 82% y 42% para pequeños; 89% y 58% en grandes, respectivamente. De otra manera, también determinaron que 50% y 65% de las pequeñas y grandes explotaciones son eficientes técnicamente; mientras que el 10% y 19%, respectivamente, presentaron eficiencia asignativa.

Este trabajo particularmente guarda estrecha relación con la presente investigación para Colombia, pero se diferencia en la estratificación de productores. El país tiene una estructura de grandes, medianos y pequeños; mientras Vietnam cuenta con dos categorías (grandes y pequeños). Por otra parte, los autores identifican las diferencias sobre eficiencia entre grupos, pero no aprovechan los resultados en DEA

²⁸ El trabajo de ellos se basó en el estudio de Binam *et al.* (2003).

para plasmar sugerencias que puedan mejorar la combinación insumo-producto de la actividad cafetera en Vietnam.

Perdomo, Hueth y Mendieta (2007) calcularon la eficiencia técnica y sus determinantes por tipo de caficultor (pequeño, mediano y grande) y sector general, para una muestra, en la región cafetera más grande de Colombia. El actual trabajo se diferencia por adicionar un análisis sobre eficiencia asignativa, también con DEA, para determinar las diferencias entre ambos tipos de eficiencia por unidad productiva cafetera en la misma muestra de estudio colombiana.

III. Proceso de recolección de los datos

En esta sección se detalla la recolección de información, su tratamiento y relación insumo-producto del café. También se establecen los principales determinantes y su relación con la eficiencia técnica y asignativa, obtenida bajo DEA, para cada unidad de producción cafetera.

Los datos para este estudio fueron obtenidos a partir de la encuesta cafetera aplicada a 999²⁹ fincas en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, por las facultades de Agricultura y Recursos Naturales de la Universidad de Maryland y Economía de la Universidad de los Andes³⁰ entre marzo y abril de 2004³¹. Esta información primaria describe las principales características³² para los diferentes tipos³³ de caficultores

²⁹ Información de corte transversal. Finalmente se trabajó con 990 observaciones, se eliminaron nueve inconsistentes por contener datos atípicos e incompletos.

³⁰ Financiado con recursos de la Universidad de Maryland, bajo la dirección del profesor Darrell Hueth, Ph.D. Agradecemos su valioso apoyo y colaboración para desarrollar este trabajo, igualmente a la Federación Nacional de Cafeteros en Colombia; especialmente en la organización a Diego Pizano, Julián García, Alfonso Ángel Uribe (Caldas), Óscar Jaramillo García (Quindío) y Omar Acevedo Chamorro (Risaralda).

³¹ La encuesta se aplicó en 2004, recolectando información sobre los cafeteros del año 2003.

³² Socio-económicas, producción del grano y otras actividades agrícolas, financieras, relacionadas con asistencia técnica, geográficas, ambientales, propias y entorno de la finca y vivienda.

³³ Pequeños (entre 0 y 2,1 hectáreas productivas en café, 662 observaciones equivalentes a 66,87% de la muestra total), medianos (más de 2,1 e inferior a 6,9 hectáreas productivas en café, 250 observaciones con el 25,25% de participación en la encuesta) y grandes (mayor a 6,9 hectáreas productivas en café, 78 observaciones equivale a 7,88% del total seleccionado).

entrevistados; entre las que se destacan variables relacionadas con la producción de café.

Las funciones, a resolver con DEA, que describen la relación insumo-producción cafetera y costo total de producir-precios para sus insumos, en la muestra del Eje Cafetero colombiano por tipo de productor (k), son las siguientes:

$$P5_k = f(P1_k, L_k, CA_k, MA_k) \quad (3)$$

$$ct_k = f(Pp1_k, Pl_k, Pca_k, Pma_k) \quad (4)$$

En las ecuaciones (3) y (4), respectivamente, se tiene:

$P5_k$ = producción total de café en arrobas para el año 2003. Incluye la cosecha traviesa ($p3_k$), principal ($p4_k$) y Re-Re ($p2_k$).

$P1_k$ = área productiva de café para el año 2003, en hectáreas.

L_k = mano de obra empleada, construida con las variables $C5_k$ (número de empleados contratados anualmente en la finca para producir café, anualmente), $S25_k$ y $S26_k$ (representan la cantidad de personas pertenecientes al núcleo familiar del caficultor que trabajan en la finca).

CA_k = cantidad de químicos utilizados, resulta agregando el monto de fertilizantes³⁴ ($C10_k$, kg), fungicidas ($C14_k$, lt), herbicidas ($C18_k$, lt), insecticidas ($C22_k$, lt) y pesticidas ($C26_k$, lt) empleados en la producción.

MA_k = número de maquinaria utilizada en la caficultura, producto de sumar todos los implementos encontrados generalmente en un beneficiadero; es una buena aproximación al componente tecnológico utilizado por los cafeteros. $M4_k$ (número de despulpadoras), $M10_k$ (número de desmucilagadoras), $M16_k$ (número de motobombas),

³⁴ Factor de conversión para unidades: una libra equivale a 0,45359237 kl, un galón equivale a 8,33 libras o 3,785305 litros. Véase pagina web, <http://www.proteccioncivil.org/vademecum/vdm017.htm#1704d>.

$M22_k$ (número de motores), $M28_k$ (número de silos), $M34_k$ (cantidad de fumigadoras), $M40_k$ (número de guadañas) y $M46_k$ (número de motosierras).

CT_k = costo total de producción (en millones de pesos para 2003) asociado a precios y cantidades de los insumos ($P1_k, L_k, CA_k, MA_k$) utilizados en la caficultura colombiana.

$Pp1_k$ = precio para el insumo tierra cultivada en café, millones de pesos 2003.

Pl_k = precio para el insumo mano de obra, millones de pesos 2003.

Pca_k = precio para el insumo químico, millones de pesos 2003.

Pma_k = precio para el insumo maquinaria, millones de pesos 2003.

Los determinantes que afectan la eficiencia técnica (ET_k) y asignativa (EA_k) de cada productor (k), obtenidas con DEA, para nuestra selección cafetera por tipo de productor en el país, se pueden expresar como:

$$ET_k \text{ y } EA_k = g(d1g3_k, d2g3_k, g10_k, g14_k, s1_k, s5_k, s18_k, s19_k, d1s7_k, d5s7_k, at1_k, le7_k, ln8_k, m1_k, m2_k, dpp_k, dmp_k, dgp_k) \quad (5)$$

Donde:

$d1g3_k$ = variable discreta que toma valores de (1) si la finca está ubicada en Caldas y (0) para Quindío o Risaralda.

$d2g3_k$ = variable discreta que toma valores de (1) si la finca está ubicada en Risaralda y (0) para Quindío o Caldas.

$g10_k$ = variable continua en metros, donde se encuentra ubicada la finca, representado su altura sobre el nivel del mar.

$g14_k$ = variable discreta que representa, si la finca cuenta con vía de acceso directa o no a la cabecera municipal: si tiene (1), si no tiene (0).



$s1_k$ = variable discreta que representa, si el dueño reside en la finca: sí (1), no (0).

$s5_k$ = edad en años para el dueño de la finca.

$s18_k$ = tiempo en años, que lleva dedicado a la labor de cultivar café.

$s19_k$ = variable discreta, que representa si tiene otras actividades diferentes al cultivo de café que también le originan ingresos: sí (1), no (0).

$d1s7_k$ = variable discreta, que representa el nivel educativo para el dueño de la finca, si tiene posgrado (1), formación inferior a ésta (0).

$d5s7_k$ = variable discreta, que representa el nivel educativo para el dueño de la finca, si no tiene ninguno (1), formación superior a ésta (0).

$at1_k$ = variable discreta, que representa si cuenta con asistencia técnica: sí (1), no (0).

$le7_k$ = edad promedio, en años, del café cultivado en cada lote.

$ln8_k$ = variable continua, representando la densidad en plantas por hectáreas del café cultivado en cada lote (para 18, específicamente).

$m1_k$ = variable discreta, que representa el uso gratis del beneficiadero en otras fincas: sí (1), no (0).

$m2_k$ = variable discreta, que representa el uso del beneficiadero propio o de su familia: sí (1), no (0).

dpp_k = variable discreta que toma valores de (1) si es un pequeño caficultor y (0) para mediano y grande.

dmp_k = variable discreta que toma valores de (1) si es un mediano caficultor y (0) para pequeño y grande.

dgp_k = variable discreta que toma valores de (1) si es un gran caficultor y (0) para pequeño y mediano.

De acuerdo con las ecuaciones (3), (4) y (5) establecidas anteriormente, la siguiente sección contiene procesamiento de datos, aplicación DEA y evidencia empírica para el Eje Cafetero colombiano.

IV. Resultados obtenidos, análisis estadístico y aplicación DEA

Esta sección presenta resultados estadísticos con su respectivo análisis sobre relación insumos-producción, costo-precio, eficiencia técnica y asignativa (obtenidos con DEA), para pequeños, medianos, grandes y todo el sector productor indagado. Por último se encuentran las estimaciones de los posibles factores que afectan la ET y EA. El cuadro 2 contiene estadísticas descriptivas para las variables empleadas en el estudio. Cada caficultor pequeño, mediano, grande y sector general obtuvo un promedio de 122, 503, 3.098 y 453 arrobas producidas, proporcionalmente. La media aritmética, en el mismo orden de grupo, obtenida para los insumos fueron: tierra 1, 4, 16 y 3 hectáreas; mano de obra 9, 23, 112 y 21 trabajadores; químicos 558, 2.089, 10.328 y 1.735 litros y maquinaria 2, 4, 9 y 3 unidades, respectivamente.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas por tipo de productor.

Tipo de productor	Variable	N° de observaciones	Promedio	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Pequeños	p5 (producción)	662	122,14	118,97	0,24	1.002,99
	p1 (tierra)	662	1,00	0,58	0,04	2,10
	ca (químicos)	662	588,24	740,26	0,00	5.000,00
	l (mano de obra)	662	8,80	6,86	1,00	87,00
	ma (maquinaria)	662	2,23	1,56	0,00	15,00
	CT (costo total)	662	37,40	82,30	0,12	977,00
	pp1 (precio tierra)	662	5,92	6,84	0,20	60,00
	pca (precio químicos)	662	0,01	0,03	0,00	0,25
	p1 (precio mano de obra)	662	1,86	2,78	0,00	21,00
	pma (precio maquinaria)	662	0,40	1,05	0,00	18,60

(Continúa...)

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas por tipo de productor (...Continuación).

Medianos	p5 (producción)	250	502,99	1,18	2,11	6,89
	p1 (tierra)	250	3,55	399,24	73,00	3.350,00
	ca (químicos)	250	2.089,37	2.273,24	0,00	18.108,00
	l (mano de obra)	250	23,38	17,19	1,00	177,00
	ma (maquinaria)	250	3,85	2,46	0,00	16,00
	CT (costo total)	250	339,00	517,00	1,12	4.970,00
	pp1 (precio tierra)	250	10,80	12,92	0,80	100,00
	pca (precio químicos)	250	0,04	0,06	0,00	0,65
	pl (precio mano de obra)	250	8,99	7,41	0,00	43,00
	pma (precio maquinaria)	250	1,73	2,88	0,00	18,20
Grandes	p5 (producción)	78	16,15	14,46	7,00	77,29
	p1 (tierra)	78	3.097,83	3.639,39	138,24	23.471,00
	ca (químicos)	78	10.328,20	12.415,94	0,00	60.398,00
	l (mano de obra)	78	111,56	132,57	0,00	850,00
	ma (maquinaria)	78	8,77	6,86	0,00	40,00
	CT (costo total)	78	8.390,00	17.500,00	105,00	114.000,00
	pp1 (precio tierra)	78	16,72	34,15	1,20	300,00
	pca (precio químicos)	78	0,06	0,08	0,00	0,37
	pl (precio mano de obra)	78	48,50	54,30	5,35	350,00
	pma (precio maquinaria)	78	5,93	8,23	0,00	64,80
General	p5 (producción)	990	2,84	5,76	0,04	77,29
	p1 (tierra)	990	452,74	1.306,29	0,24	23.471,00
	ca (químicos)	990	1.734,70	4.517,20	0,00	60.398,00
	l (mano de obra)	990	20,58	47,19	0,00	850,00
	ma (maquinaria)	990	3,17	3,16	0,00	40,00
	CT (costo total)	990	763,00	5.340,00	0,12	114.000,00

(Continúa...)

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas por tipo de productor (...Continuación).

	pp1 (precio tierra)	990	8,04	13,38	0,20	300,00
	pca (precio químicos)	990	0,02	0,04	0,00	0,65
	pl (precio mano de obra)	990	7,33	20,10	0,00	350,00
	pma (precio maquinaria)	990	1,17	3,22	0,00	64,80

Fuente: Cálculos de los autores.

Los costos totales de producción se ubican en 37, 339, 8.390 y 763 millones de pesos, por estratificación de caficultor. Además, pagaron aproximadamente en tierras 6, 11, 17 y 8 millones de pesos; químicos 100, 400, 600 y 200 mil pesos; mano de obra 2, 9, 49 y 7 millones de pesos y maquinaria 400 mil, 2, 6 y 1,1 millones de pesos promedio³⁵. En el cuadro 2, para cada variable descrita, se pueden observar sus valores máximos, mínimos y desviación estándar por categoría de cafetero.

El cuadro 3 describe correlaciones parciales, por explotación productiva, para cada insumo con la producción de café. Todos los factores productivos tienen relación directa sobre la caficultura (dado el signo positivo observado); es decir, cuando aumenta su uso crece la cosecha del grano. Por otra parte, el factor más importante en pequeños productores es tierra para medianos, grandes y todo el sector mano de obra. El insumo menos relevante, para unidades minifundistas, empresariales y general, es maquinaria empleada y en campesinos la cantidad de químicos utilizados.

El cuadro 4 prosigue el análisis de correlación, ahora relacionando costos y precios para insumos, apreciando la significancia de salarios sobre costos totales productivos en todas las categorías cafeteras (muestreados). Resaltando también, evidencia inversa e insignificante del valor monetario para tierra y químicos en el gasto total de cosechar café en caficultores empresariales. Para minifundistas y campesinos, estos mismos precios de insumos tienen relación directa e importante con sus costos totales. Posterior a estos resultados estadísticos, se determinará la eficiencia técnica y asignativa.

³⁵ Precio promedio de los insumos empleados en la producción cafetera para el año 2003.

Cuadro 3. Análisis de correlación en eficiencia técnica.

Tipo de productor	Variable	P5	P1	L	Ca	MA
Pequeños	P5	1				
	P1	0,6632*	1			
	L	0,5533*	0,3950*	1		
	Ca	0,4682*	0,3990*	0,3466*	1	
	MA	0,3475*	0,3104*	0,2938*	0,3767*	1
Medianos	P5	1				
	P1	0,5425*	1			
	L	0,5785*	0,3979*	1		
	Ca	0,3974*	0,3711*	0,2898*	1	
	MA	0,4501*	0,3812*	0,4584*	0,3322*	1
Grandes	P5	1				
	P1	0,8602*	1			
	L	0,8903*	0,7772*	1		
	Ca	0,8162*	0,6797*	0,5423*	1	
	MA	0,5875*	0,5300*	0,6607*	0,5687*	1
General	P5	1				
	P1	0,9048*	1			
	L	0,9149*	0,8442*	1		
	Ca	0,7362*	0,7821*	0,6782*	1	
	MA	0,6485*	0,6419*	0,6830*	0,6370*	1

Fuente: Cálculos de los autores. (* Significativos al 5%).

Cuadro 4. Análisis de correlación en eficiencia asignativa.

Tipo de productor	Variable	CT (costo total)	pp1 (precio tierra)	pca (precio químicos)	pl (precio mano de obra)	pma (precio maquinaria)
Pequeños	CT (costo total)	1				
	pp1 (precio tierra)	0,2759*	1			
	pca (precio químicos)	0,2560*	0,2092*	1		
	pl (precio mano de obra)	0,8642*	0,2047*	0,2789*	1	
	pma (precio maquinaria)	0,4073*	0,1268*	0,1281*	0,3841*	1

(Continúa...)

Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos

Jorge Andrés Perdomo y Juan Carlos Mendieta

Cuadro 4. Análisis de correlación en eficiencia asignativa (...Continuación).

Medianos	CT (costo total)	1				
	pp1 (precio tierra)	0,093	1			
	pca (precio químicos)	0,1960*	0,029	1		
	pl (precio mano de obra)	0,8637*	0,054	0,2030*	1	
	pma (precio maquinaria)	0,3177*	0,027	0,2223*	0,3673*	1
Grandes	CT (costo total)	1				
	pp1 (precio tierra)	-0,016	1			
	pca (precio químicos)	-0,140	-0,121	1		
	pl (precio mano de obra)	0,9273*	-0,067	-0,062	1	
	pma (precio maquinaria)	22,21E-	-0,071	28,81E-	0,3149*	1
General	CT (costo total)	1				
	pp1 (precio tierra)	0,0983*	1			
	pca (precio químicos)	0,0962*	0,0880*	1		
	pl (precio mano de obra)	0,8714*	0,1533*	0,2611*	1	
	pma (precio maquinaria)	0,3848*	0,1114*	0,3455*	0,5615*	1

Fuente: Cálculos de los autores. (* Significativos al 5%).

A. Estimación de eficiencia técnica y asignativa por caficultor con DEA

Retomando, se tienen los resultados obtenidos con la metodología DEA, suponiendo rendimientos variables a escala en eficiencia técnica y constantes, para la eficiencia asignativa, por cada caficultor de los productores pequeños, medianos, grandes y todo el sector.

En el gráfico 2(A) se aprecia la eficiencia técnica obtenida, mediante DEA, para los pequeños productores; la mayor parte (148 cafeteros o 14,95% del total y 22,36% de la muestra para pequeños productores) cuenta con eficiencia técnica entre 21% y 30%; en cambio, sólo 26 caficultores minifundistas son eficientes técnicamente (2,63% de todos los encuestados y 3,93% entre el total muestreados sobre unidades pequeñas cafeteras). En la misma categoría, 40 producen con eficiencia técnica inferior a 11% (4,04% y 6,04%, respectivamente); su media de rendimiento técnico obtuvo 36,76% (véase gráfico 5).

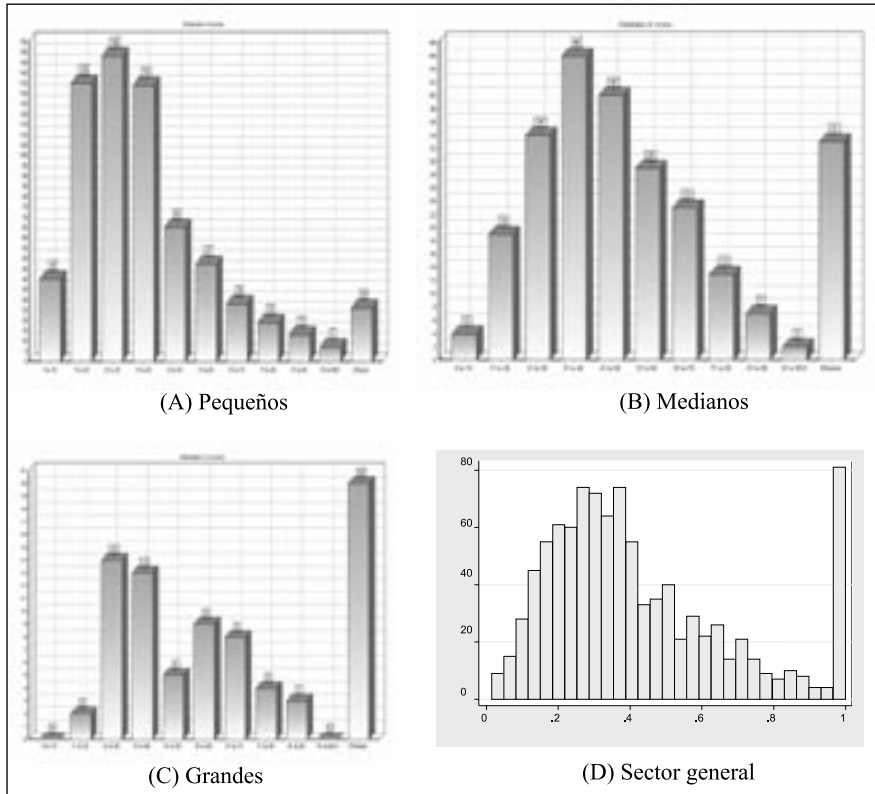
La finca 176, que obtuvo el menor rendimiento (1,45%), es atribuida en los pequeños seleccionados, como muy ineficiente técnicamente. Mientras la 123 consiguió el 100% de eficiencia; estando entre las 26 más eficientes sobre la misma muestra. Este resultado indica que sólo 33 pequeños productores (3,33%) son eficientes técnicamente, contando con un puntaje de eficiencia técnica superior a 90%. El otro 96,67% (equivalente a 629 pequeños productores) tiene puntajes de eficiencia técnica inferiores a 90%. Esto indica un grupo de pequeños caficultores, muestreados en la zona cafetera de Colombia, con una eficiencia técnica baja y potencialmente mejores para obtener una mayor producción de café.

Extendiendo el análisis, el gráfico 2(B) muestra una eficiencia técnica entre 31% y 40% para 46 medianos productores (4,65% del total y 18,4% de todo su grupo); otros 33 son eficientes técnicamente con el 100% (3,33% y 13,2%) y sólo 4 (0,4% y 1,6%) se encuentran con eficiencia técnica inferior a 11%. La media de rendimiento técnico logró 51,7% (véase cuadro 5); de igual forma, la finca 49 fue muy ineficiente técnicamente con 5,47%, mientras la 130 marcó el 100% en eficiencia. Estando entre las 33 más eficientes para los caficultores campesinos seleccionadas de este estudio.

En el mismo caso, los resultados obtenidos sobre rendimiento técnico indican que sólo 35 medianos productores (3,54% del total y 14% sobre la misma categoría) poseen un puntaje superior a 90%, las otras 215 fincas (86%) tienen una eficiencia técnica inferior de este valor. Al igual que los pequeños productores, se observa un conjunto caficultor mediano encuestado en la zona cafetera de Colombia, con baja eficiencia técnica y una gran oportunidad para recomendar políticas,

por parte del gobierno, que mejoren su rendimiento y así obtener mayor producción de café en su categoría.

Gráfico 2. Resumen sobre eficiencia técnica por tipo de productor³⁶.



Fuente: Cálculos de los autores.

Los resultados para la ET en los grandes productores se encuentran representados por el gráfico 2(C); observando gran parte de ellos, 20 caficultores (2,02% del total y 25,64% sobre el mismo grupo) con eficiencia técnica. También, ninguna unidad empresarial obtuvo eficiencia inferior a 11%. Otras 14 fincas empresariales (1,41% y 17,95%, respectivamente) lograron rendimientos técnicos entre 21% y 30%. Su

³⁶ El eje X representa el porcentaje de eficiencia técnica, y el eje Y representa la frecuencia (el número de caficultores) a que le corresponde el valor de la eficiencia técnica sobre el eje X. En la parte D, se presenta sólo un histograma con el número de productores (eje Y) y la eficiencia en porcentaje (eje X).

promedio de la ET se ubicó en 60,15% (véase cuadro 5). Empleando el Benchmark, se encuentra que la finca 48 es muy ineficiente técnicamente (15,01%) dentro de la muestra realizada para esta categoría; por el contrario, la 47 se mostró eficiente (100%), encontrándose entre las 20 más importantes técnicamente, para la zona de estudio.

El gráfico 2(D) agrupa todas las ET obtenidas con el Benchmark individual en cada unidad productora y así obtener la eficiencia técnica del sector sin crear sesgos por comparar directamente (sin discriminar) pequeños, medianos y grandes caficultores indagados en el Eje Cafetero de Colombia. Se aprecia una gran parte de los productores con rendimientos inferiores a 42,38%; posiblemente señala un sector cafetero, seleccionado en el Eje Cafetero del país, ineficiente técnicamente. Sólo 8%, del total muestreado, logró eficiencia técnica y su promedio general (42%) no llegó a 50% (véase cuadro 5). Una vez analizada la eficiencia técnica, por tipo de cafetero, a continuación se exponen los resultados sobre eficiencia asignativa para las mismas categorías estudiadas.

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas sobre eficiencia técnica por tipo de productor bajo la metodología DEA.

Variable	Eficiencia Técnica-ET-DEA				
	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Pequeños	662	0,367	0,227	0,014	1
Medianos	250	0,517	0,260	0,054	1
Grandes	78	0,601	0,286	0,150	1
Sector general	990	0,423	0,254	0,014	1

Fuente: Cálculos de los autores.

Con el mismo orden y analogía aplicados anteriormente para la eficiencia técnica, el gráfico 3(A) contiene los resultados sobre eficiencia asignativa en los caficultores minifundistas; donde 94,86% operan de manera ineficiente (628 productores, 63,43% del total observado) y el 5,14% (34 fincas) son eficientes asignando factores productivos. Comparados con toda la muestra, se tienen 34 (3,43%) asignando los insumos adecuadamente en el cultivo de café. Este resultado guarda proporción con los rendimientos técnicos para la misma explotación cafetera. El índice asignativo promedio de esta unidad productiva logró 36,13% (véase cuadro 6).

El gráfico 3(B) señala los rendimientos asignativos para productores campesinos, observando eficiencia en 21 cultivos (2,12% de toda la muestra y 8,4% sobre los medianos productores) y el resto (22,93% y 91,6%, respectivamente) ineficientes en la práctica. La media aritmética del indicador asignativo, en este mismo grupo, se ubicó en 42,98% (véase cuadro 6). Homogéneo al caso de los pequeños productores, es una categoría con eficiencia asignativa baja y potencialmente mejorable para lograr disminuir costos en producción, contribuyendo (en lo posible) a incrementar la productividad y competitividad cafetera colombiana.

El rendimiento asignativo, concebido por los grandes caficultores, se distribuye en el gráfico 3(C). Paradójicamente y contrario al comportamiento de la ET, son ineficientes asignando insumos productivos. Los resultados determinaron 2 cafeteros empresarios (2,56% de toda la muestra y 0,2% sobre las unidades grandes) eficientes asignativamente y 97,44% (7,68% del total muestreado) ineficientes para asignar insumos en la práctica cafetera. Su promedio alcanzó 18,86% (véase cuadro 6).

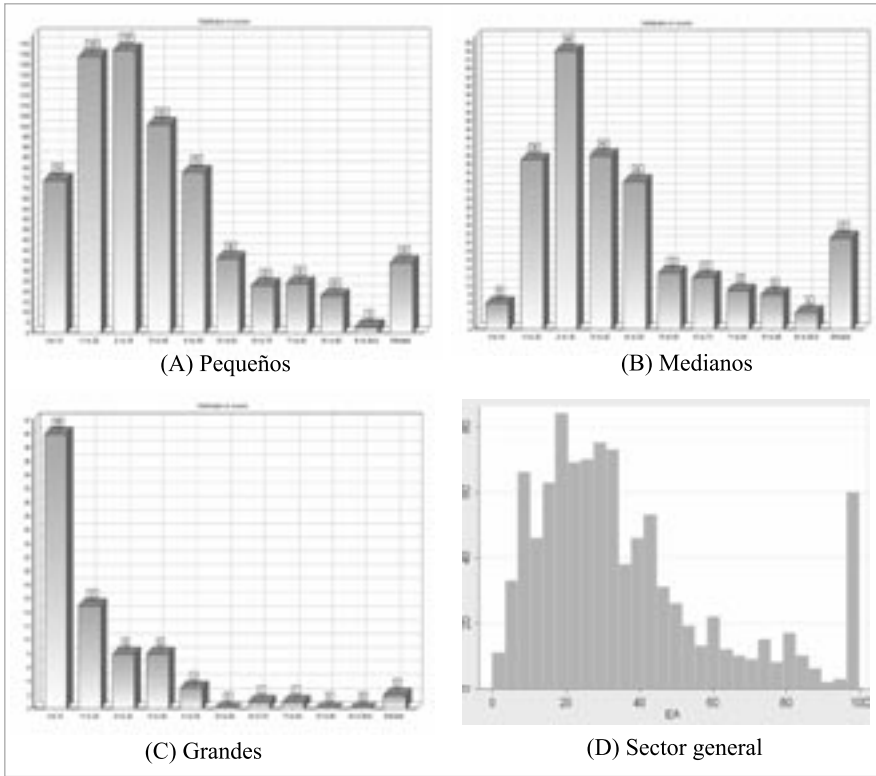
Finalmente, el gráfico 3(D) representa rendimiento asignativo, agrupando discriminadamente las explotaciones cafeteras a nivel grupal por finca; evitando sesgo al calcular la EA y desconociendo los tamaños de caficultores. Sólo 60 productores (6,06%) son eficientes, 93,94% (930 caficultores) ineficientes en esta práctica y su promedio general no superó el 37% (véase cuadro 6). Esto hace pensar, en cuanto a la muestra trabajada, en un sector cafetero ineficiente técnica y asignativamente para la región colombiana estudiada.

Cuadro 6. Estadísticas descriptivas sobre eficiencia asignativa por tipo de productor bajo la metodología DEA.

Variable	Eficiencia Asignativa-EA-DEA				
	Tipo de productor	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo
Pequeños	662	0,361	0,246	0,01	1
Medianos	250	0,429	0,258	0,677	1
Grandes	78	0,188	0,195	0,96	1
Sector general	990	0,365	0,253	0,01	1

Fuente: Cálculos de los autores.

Gráfico 3. Resumen sobre eficiencia asignativa por tipo de productor³⁷.



Fuente: Cálculos de los autores.

Cabe resaltar que los grandes caficultores, según resultados, son eficientes en la práctica técnica e ineficientes asignativamente. Por otra parte, aunque en pequeños, medianos y sector general existe un escaso porcentaje de eficiencia técnica y asignativa, es un poco mayor la segunda; en otras palabras, son más ineficientes minimizando costos que maximizando producción (aunque ambos están bajos). Esto conduce a suponer que la mayor parte de los cafeteros (en la muestra) no maximizan ganancias en la actividad; porque no garantizan mínimo costos.

³⁷ El eje X representa el porcentaje de la EA, y el eje Y representa la frecuencia (el número de caficultores) a que le corresponde el valor de la EA en el eje X. En la parte D, se presenta sólo un histograma con el número de productores (eje Y) y la eficiencia en porcentaje (eje X).

B. Posibles factores que afectan la ET para pequeños, medianos, grandes y sector general de caficultores en el Eje Cafetero colombiano

Siguiendo con el análisis sobre eficiencia técnica, obtenida bajo DEA, el cuadro 7 muestra sus principales determinantes e incidencia; donde la ET se constituye como la variable dependiente, para cada productor. Por otra parte, el tamaño de observaciones aplicado en las regresiones difiere del obtenido con DEA; porque algunos datos, de variables explicativas, no contaban con información completa.

Cuadro 7. Determinantes de eficiencia técnica por tipo de caficultor³⁸.

ET-Modelo lineal				
Variables explicativas	Pequeños	Medianos	Grandes	Sector general
Constante	0,487231***	0,5467096***	0,570	-
d1g3	(-0,0751679)**	(-0,0349332)	(-0,088507)	(-0,0564703)**
d2g3	(-0,0301839)	0,019	(-0,115237)	(-0,0077934)
g10	(-0,000839)**	(-0,001863)*	0,000	(-0,0000777)**
g14	0,00396939**	(-0,0028569)	(-0,2863235)	0,0479997**
s1	(-0,0102958)	0,000	(-0,0007636)	(-0,0210236)
s5	(-0,002552)***	(-0,0013049)	(-0,0095067)**	(-0,0018536)**
s18	0,0010859*	0,001	0,003	0,001
s19	(-0,0062463)	0,015	0,167	(-0,0011404)
d1s7	0,6270665***	(-0,012925)	0,324	0,160
d5s7	(-0,0102025)	0,054	(-0,1708061)	0,021
at1	0,021	0,061	0,089	0,011
le7	0,000	0,000	0,016	(-0,0000944)***
ln8	0,0000159***	0,0000368***	0,000	0,000
m1	0,1969809***	0,330842*	-	0,229368***
m2	0,293728*	-	-	0,3559877***
dpp	-	-	-	0,5231575***
dmp	-	-	-	0,6388433***
dgp	-	-	-	0,6969612***
F-Estadístico	10,02***	2,99***	0,43	189,57***
Número de observaciones (T)	598	226	69	895

Variante significativa al (*) 10%, (**) 5% y (***) 1%. (-) parámetro no estimado.

Fuente: Cálculos Autores.

³⁸ El modelo general se estimó sin intercepto para evitar la trampa de la variable dicótoma (colinealidad perfecta) por categoría de productor (dpp, dmp y dgp).

Los resultados estimados³⁹, del modelo lineal por tipo de productor (pequeños, medianos, grandes y sector general de caficultores), se pueden apreciar en el cuadro 7. Las pruebas parciales evidenciaron, para minifundistas y sector general, importancia explicativa de los siguientes determinantes seleccionados: departamento donde está situada la finca, altura sobre el nivel del mar, accesibilidad, residencia y edad del dueño de la finca, años laborados del finquero en el cultivo, educación del caficultor, densidad del cafetal, uso de beneficiadero propio o en otra finca y unidad cafetera (*d1g3*, *g10*, *g14*, *s1*, *s5*, *s18*, *d1s7*, *ln8*, *m1*, *m2*). Estas variables son relevantes para explotaciones pequeñas y sector general (*dpp*, *dmp* y *dgp*), pero insignificantes en unidades campesinas y empresariales.

De los anteriores factores, los que tienen relación directa⁴⁰ con la ET son, a saber: accesibilidad (*g14*), experiencia (*s18*), grado de educación (*d1s7*), densidad del cafetal (*ln8*), usos de beneficiadero propio (*m1*) o en otra finca (*m2*), pequeño (*dpp*), mediano (*dmp*) y grande (*dgp*) caficultor; estas tres últimas variables binarias evidenciaron el promedio mayor de la ET para empresariales, seguido por campesinos y minifundistas. Y las inversamente⁴¹ proporcionales: departamento donde se encuentra la finca (*d1g3*), altura sobre el nivel del mar (*g10*), residencia del dueño de la finca (*s1*) y edad del dueño de la finca (*s5*).

En medianos caficultores, los determinantes más significativos tienen que ver con la altura sobre el nivel del mar (*g10*), relación inversa con eficiencia técnica; la densidad del cafetal (*ln8*) y uso de beneficiadero propio (*m1*), presentan una relación directa sobre ET. En los grandes, el único factor importante y relacionado inversamente con ET, es la edad del productor (*s5*). En el cuadro 7 se observa mayor eficiencia técnica

³⁹ Las estimaciones de estos modelos se realizaron mediante Stata 10, empleando métodos consistentes y Mínimos Cuadrados generalizados para remover el componente de heterocedasticidad y otros problemas que afectan la varianza de los parámetros.

⁴⁰ La relación se aprecia en el signo positivo, del parámetro en el modelo, asociado al factor. Esto indica que cuando se incrementa en una unidad el factor aumenta la eficiencia técnica, esto sí es una variable continua. En las discretas (discreta), marcan la diferencia de la cualidad con el nivel de eficiencia técnica, que está por encima o debajo de los individuos que no cuentan con el calificativo.

⁴¹ Se determina por el signo negativo del parámetro, es el caso contrario a la relación directa; cuanto más unidades del factor menos puntaje de eficiencia técnica.

para terrenos cafeteros situados en los departamentos de Quindío y Risaralda (*d1g3* y *d2g3*) que los de Caldas; a mayor altura sobre el nivel del mar disminuye el rendimiento (*g10*); si la finca cuenta con vía de acceso directo se tiene más eficiencia (*g14*); el coeficiente de asistencia técnica (*at1*) es nulo.

Continuando con los resultados, a mayor edad del productor menor eficiencia (*s5*); aunque la experiencia (*s18*) no es relevante, el signo de su parámetro indica que mayor experiencia en la actividad aumenta la eficiencia; por otra parte, el grado educativo superior del productor (*d1s7*) es significativo y obtiene mayores niveles de eficiencia comparado con el inferior (*d5s7*), que no es representativo, como lo señala su símbolo menos asociado al coeficiente.

También, en el cuadro 7, una mayor edad del cafetal (*le7*) incrementa la eficiencia técnica; esto mismo ocurre con la densidad por hectárea (*ln8*). Finalmente, si el predio cafetero posee beneficiadero (*m1* y *m2*), su rendimiento técnico para producir es superior de lo que no cuentan con él; este último es una aproximación del paquete tecnológico utilizado por los productores de café en Colombia.

C. Posibles factores que afectan la EA para pequeños, medianos, grandes y sector general de caficultores en el Eje Cafetero colombiano

Equivalente a los determinantes de la ET, se presentan los resultados para la EA, que se exponen en el cuadro 8. Se toman ahora como variable dependiente la EA en función de las mismas independientes para la ET, como se expresó en la ecuación (5). El departamento donde está situada la finca (*d1g3*), otras actividades diferentes al cafetal (*s19*) resultaron estadísticamente significativas y contraproducentes para la EA de los minifundistas; igual el nivel educativo (*d1s7*) y densidad del cafetal (*ln8*), pero favorables.

Las variables, que estadísticamente son diferentes de cero y benefician la EA en los cafeteros campesinos, tienen que ver con: ubicación geográfica (*d1g3*), experiencia cultivando café (*s18*), educación (*d1s7*), edad del cafetal (*le7*) y uso de beneficiadero ajeno (*m2*). Otras variables importantes en las grandes explotaciones son, a saber: densidad del

cafetal (**ln8**) y accesibilidad (**g14**), aunque esta última es adversa con la EA para cafeteros empresariales. En el sector general son relevantes: **s18**, **d1s7**, **le7**, **ln8**, **m1**, **m2**, **dpp**, **dmp** y **dgp**; también **d1g3** y **g10**, aunque estas dos últimas se relacionan inversamente con EA.

Cuadro 8. Determinantes de eficiencia asignativa por tipo de caficultor⁴².

EA-Modelo lineal				
Variables explicativas	Pequeños	Medianos	Grandes	Sector general
Constante	0,475006***	0,315	0,9644524**	-
d1g3	(-0,1121403)**	0,0163127*	(-0,0195564)	(-0,0495727)*
d2g3	(-0,0095514)	0,068	(-0,0147102)	0,035
g10	(-0,0000722)	(-0,00000152)	(-0,0002348)	(-0,0000748)*
g14	0,013	0,034	(-0,5946965)***	0,013
s1	0,008	(-0,050833)	0,012	(-0,0042758)
s5	0,000	(-0,0010785)	0,001	(-0,0003803)
s18	0,001	0,0026231**	(-0,0003341)	0,0014251**
s19	(-0,0374493)*	(-0,0155092)	(-0,002998)	(-0,0232)
d1s7	0,6952012***	0,2661379***	(-0,0064928)	0,2564381**
d5s7	0,035	(-0,0226509)	(-0,0227145)	0,022
at1	(-0,0045273)	(-0,0672888)	(-0,196679)	(-0,0199194)
le7	0,000	0,0006076***	0,012	0,0001601*
ln8	0,00000899***	0,000	0,0000553**	0,0000102***
m1	0,036	(-0,0248942)	-	0,0236997***
m2	0,3944541***	0,2896703***	-	0,296155***
dpp	-	-	-	0,4361671***
dmp	-	-	-	0,3943211***
dgp	-	-	-	0,2967551***
F-Estadístico	3,76***	1,97**	1,77*	113,65***
Número de observaciones (T)	598	226	69	895

Variable significativa al (*) 10%, (**) 5% y (***) 1%. (-) parámetro no estimado.

Fuente: Cálculos de los autores.

Es interesante observar cómo estos determinantes toman mayor importancia en la EA que sobre ET para los grandes cafeteros. Por poseer

⁴² El modelo general se estimó sin intercepto para evitar la trampa de la variable dicotoma (colinealidad perfecta) por categoría de productor (dpp, dmp y dgp).

una ineficiencia asignativa sobresaliente entre los demás caficultores, esto mismo lo explica el estimador de cada variable dicótoma (**dpp**, **dmp** y **dgp**) involucrada en el modelo general. Observando a los pequeños, también se puede determinar qué factores relacionados con la altura sobre el nivel del mar (**g10**), accesibilidad (**g14**), edad del dueño (**s5**) y experiencia (**s18**) importantes para la ET lo dejan de ser sobre EA; contrario sucede con otras actividades agrícolas distintas al cafetal (**s19**).

V. Conclusiones y potenciales sugerencias

Partiendo del propósito principal, revisión literaria y resultados obtenidos en la sección IV, finalmente se presentan las conclusiones y algunas sugerencias, de la muestra establecida, para pequeños, medianos y grandes caficultores ubicados en el Eje Cafetero de Colombia. Además, con el método Análisis Envolvente de Datos y estimaciones econométricas, se encontraron eficiencia técnica, asignativa y sus determinantes por unidad productiva en el Eje Cafetero colombiano.

A. Conclusiones

Para el análisis estadístico descriptivo, se observó consistencia en los datos obtenidos de la encuesta: sin encontrar comportamientos atípicos sobre la intensidad de insumos y producción cafetera por explotación agrícola; guardando relación con resultados de estudios generales realizados en el sector; cada caficultor pequeño, mediano, grande y sector general obtuvo un promedio de 122, 503, 3.098 y 453 arrobas producidas, proporcionalmente. La media aritmética, en el mismo orden de grupo, obtenida para los insumos fueron: tierra 1, 4, 16 y 3 hectáreas; mano de obra 9, 23, 112 y 21 trabajadores; químicos 558, 2.089, 10.328 y 1.735 litros y maquinaria 2, 4, 9 y 3 unidades, respectivamente.

En cuanto a los costos totales de producción se ubicaron 37, 339, 8.390 y 763 millones de pesos, por estratificación de caficultor. Además, pagaron aproximadamente en tierras 6, 11, 17 y 8 millones de pesos; químicos 100, 400, 600 y 200 mil pesos; mano de obra 2, 9, 49 y 7 millones de pesos y maquinaria 400 mil, 2, 6 y 1,1 millones de pesos

promedio. Se destaca la heterogeneidad en costos productivos y precios de factores en cada categoría; esto se relaciona con los resultados sobre economías a escala para cada unidad productiva obtenidas por Perdomo (2006) y el autoempleo tradicional en minifundistas.

El estudio respecto a deseconomías, en producción cafetera, es relevante para explicar la diferencia en sus costos y precios de insumos por categoría. Perdomo evidenció que minifundistas y campesinos exhiben rendimientos crecientes y los grandes decrecientes a escala en la práctica agrícola. Esto indica que sus funciones de costos asociadas, presentan los mismos rendimientos a escala. Quiere decir que el costo marginal y medio productivo, para pequeños y medianos cafeteros, decrecen en el largo plazo; contrario sucede con los empresarios (crecientes). Estos últimos caficultores, lo reflejaron en su índice (EA) por ser los más ineficientes minimizando costos, mientras campesinos y minifundistas obtuvieron puntajes superiores.

Por otra parte, el autoempleo tiene implicaciones sobre los jornales pagados. Ardila y Pineda (2005) analizaron los salarios en la industria cafetera colombiana; encontraron montos inferiores al sueldo mínimo legal vigente del país, dada la informalidad del mercado laboral presentado en el Eje Cafetero. Esta situación explica parte de la diferencia salarial entre unidades cafeteras, halladas en las estadísticas descriptivas del presente estudio.

Los resultados estadísticos sobre correlación parcial revelaron que todos los factores productivos, en el orden parcial, son relevantes estadísticamente y se relacionan directamente en cada unidad productiva (véase cuadro 3). Para cafeteros minifundistas, el insumo tierra explica 66% la conducta de su producción; mientras en los demás (mano de obra, químicos y maquinaria), 55%, 47% y 35%, respectivamente. En caficultores campesinos y empresarios la mano de obra es determinante en el cultivo (58% y 89%), pero los químicos y maquinaria son de menor peso en la práctica cafetera (40% y 58%) de medianos y grandes productores; aunque siguen siendo vitales en el cultivo.

Los precios de la tierra, químicos y maquinaria, en el cultivo empresarial, no tienen asociación con sus costos productivos; mientras en las demás categorías sí (aunque el terreno no, en medianos). El salario pa-

gado es representativo sobre los costos para todas las estratificaciones cafeteras (86%, 86% y 93%, respectivamente). Todo monto monetario de los insumos, significativos estadísticamente, están correlacionados directamente con sus costos en cada grupo (véase cuadro 4).

Después de obtener consistencia estadística en la información, se resaltan los resultados para DEA bajo rendimientos variables a escala sobre eficiencia técnica y constantes en asignativa. La eficiencia técnica promedio encontrada en pequeños logró el 36,76%, medianos 51,71%, grandes 60,15% y en el plano sectorial 42,38%. Para la eficiencia asignativa, en las mismas unidades cafeteras el promedio llegó a 36,13%, 42,98%, 18,86% y 36,50%, respectivamente. Además, los comportamientos de la ET y EA en los gráficos 2 y 3 muestran un sector cafetero general y por tipo de productor ineficiente técnica y asignativamente.

La eficiencia técnica del 100% es alcanzada por muy pocos caficultores, sobre el total muestreado, pequeños sólo el 2,63%, medianos 14%, general 8,2% y excepto los grandes (26%) que concentraron la ET. Este comportamiento también es apreciado por el sesgo positivo de la distribución en los gráficos 2(A, B y D); gran parte de los cafeteros tienen la ET inferior a su media estadística. Caso contrario se observa en el gráfico 2(C); el sesgo negativo de la distribución permite establecer que numerosos caficultores grandes poseen la ET superior a su promedio tendiendo al 100%.

En eficiencia asignativa, los sesgos de la distribución en los gráficos 3(A, B, C y D) son positivos; señalando que todas las unidades agrícolas cafeteras encuestadas son ineficientes asignativamente, teniendo indicadores inferiores al promedio de la EA. Expresado de otra manera, para nuestra muestra, sólo el 5,14% de los pequeños, 8,4% medianos, 0,2% grandes y 6% general obtuvieron eficiencia asignativa del 100%. Observando este comportamiento de la ET y EA por clase productiva, se encuentra que la mayor parte de los cafeteros cuentan con ineficiencia técnica y asignativa.

Pero lo más interesante es como los caficultores empresariales emplean muy bien sus factores productivos para maximizar producción; a pesar de éstos, ellos no logran producir al mínimo costo, son los más

ineficientes asignativamente. Los demás grupos y sector general no emplean eficientemente insumos y tampoco producen al menor costo, dada su ineficiencia técnica y asignativa.

Lo anterior indica que se emplea y asigna de manera inadecuada los principales insumos: área productiva en café, mano de obra, cantidad de químicos y maquinaria requerida en la producción, de acuerdo con su cantidad, precios y costos de producción. Como los caficultores fácilmente pueden controlar estas variables, esto señala que potencialmente se puede mejorar la producción a un menor costo, para las fincas estudiadas en la región cafetera del país. En otras palabras, con la misma o menos cantidad de insumos que hoy utilizan, se puede lograr una superior producción de café, aun a menor costo, a la obtenida actualmente por los caficultores.

La eficiencia técnica es una condición necesaria pero no suficiente para maximizar ganancias de los productores cafeteros. Esto requiere que exista, al mismo tiempo, eficiencia técnica, asignativa y minimización de costos en la caficultura del país. Realizar un análisis sobre maximización de ganancias, para este estudio⁴³, es demasiado complejo; porque sólo se cuenta con información de corte transversal que imposibilita entender, de forma detallada a través del tiempo, el comportamiento de precios del grano y los relativos de insumos.

Además, el precio del café presenta distorsiones ajenas al mercado, impidiendo realizar un estudio sobre maximización de ganancias para los productores de café en Colombia. Por esto, sólo se induce de manera permisible, que los caficultores en Colombia no están minimizando sus costos de producción (como se aprecia en los resultados de eficiencia asignativa) y, por ende, tampoco están maximizando sus ganancias que deben obtener en la actividad cafetera.

Por otra parte, la contribución marginal parcial⁴⁴ de los factores que afectan la ET para finqueros muestreados, se distribuyó así: en mini-

⁴³ Y en otros de economía de la producción en el ámbito nacional e internacional. Por eso en la literatura existen muchos estudios de producción y costos, pero ninguno de funciones de ganancia.

⁴⁴ Dejando constante el efecto de las demás variables.

fundistas, si el cafetal se ubica en la región caldense obtiene 8% menos de la ET que los del Quindío, y estar en Risaralda es indiferente para obtener un buen rendimiento técnico. Una finca pequeña situada un metro más sobre el nivel del mar, disminuye en 0,08% su ET. Contar con fácil acceso al cultivo de café aumenta la ET en 0,3%; por un año de edad adicional en el caficultor reduce la ET 0,2% y en la misma medida para la experiencia lo incrementa 0,1%.

Los caficultores con educación (pregrado y posgrados) obtienen 63% superior en la ET. Una planta de café adicional para el cafetal sube la ET en 0,0016% y poseer beneficiadero conlleva 20% más de la ET, o utilizarlo de otras fincas 30%. Las variables que tienen un efecto neutro en la ET de los pequeños caficultores son, a saber: residencia del finquero, dedicación a otras actividades diferentes, baja escolaridad, asistencia técnica y edad del cafetal.

Las fincas cafeteras campesinas situadas un metro más alto sobre el nivel del mar reduce la ET en 0,18%. Adicionar un cafetal al cultivo aumenta la ET en 0,0036% y tener beneficiadero marca la diferencia en 33% con las que no cuentan. No hay relación alguna entre la ET y la ubicación geográfica, accesibilidad, residencia del finquero, edad y experiencia del caficultor, grado educativo, asistencia técnica y edad del cafetal. Grandes cafetales reducen su ET en 0,9% por un año de edad más viejo el cafetero y los demás determinantes no explican el comportamiento de la ET para este grupo.

En el sector general, este comportamiento es similar al de pequeñas tierras cafeteras; gran parte de este grupo es formado por esta categoría, resaltando que las unidades grandes mantienen una ET en 70%, mientras que las medianas en 64% y los minifundistas en 52%. Suponiendo un grupo de empresarios con buenas prácticas sobre sus insumos, seguido por campesinos y los menos eficientes técnicamente, recae en los finqueros pequeños. Estos últimos pueden obtener mayor producción con las actuales cantidades de factores productivos o mantener la cosecha actual del grano si emplea menos insumos.

El efecto marginal para la EA, si se tiene en cuenta sus determinantes, se comportó de la siguiente forma: los terrenos cafeteros pequeños en el departamento de Caldas obtienen EA inferior a Quindío y Risaralda

en 11%; otras actividades agrícolas conllevan a una disminución del 4% en la EA; cafeteros con educación superior obtienen más EA (69%) comparados con niveles inferiores. Cultivar una semilla adicional de café, aumenta la EA en 0,0009% y emplear beneficiadero ajeno obtiene mayor EA (39%) de los que no lo usan. Las variables altura sobre el nivel del mar, acceso, residencia, edad y experiencia del caficultor, asistencia técnica, edad del cafetal y beneficiadero propio no tienen ningún impacto en la EA de minifundistas.

Al contrario del grupo anterior, un cafetal mediano encontrado en Caldas obtiene EA superior 2% a los situados en Quindío y Risaralda (neutros). Un año más de experiencia para el campesino incrementa la EA en 0,2%; educación superior en 27%, edad del cafetal en 0,06% y beneficiadero en otra finca en 29%. Las demás variables no determinan la EA. Empresarios con fácil acceso contienen EA inferior en 60% y un cafeto más en el cultivo incrementa la EA en 0,0053%. En cuanto al sector general cabe destacar la EA para cada categoría (grandes, medianos y pequeños) de 30%, 39% y 44%, respectivamente. Esto último señala que los empresarios son pésimos reduciendo costos y los pequeños, aunque ineficientes asignativamente, minimizan más que los grandes y campesinos.

Observando a los pequeños, se puede determinar qué factores relacionados con la altura sobre el nivel del mar, accesibilidad, edad del dueño y experiencia, importantes para la ET lo dejan de ser en la EA. Contrario sucede con otras actividades agrícolas distintas al cafetal. Con los resultados obtenidos sobre eficiencia técnica, asignativa y sus determinantes, se pueden derivar algunos cuestionamientos y polémicas. Para seguir recolectando información al respecto y realizar más estudios en el sector, dirigidos a elaborar políticas que ayuden aumentar la productividad y competitividad en la producción de café, en la región colombiana analizada, se presentan a continuación algunas sugerencias.

B. Recomendaciones de política

A partir de las conclusiones anteriores y resultados obtenidos en la sección IV, se presentan algunas indicaciones que potencialmente se puedan tener en cuenta, buscando determinar (que posiblemente surjan

con esta evidencia empírica) mejoras en productividad (eficiencia) para pequeños, medianos y grandes caficultores encuestados en este estudio, que implique un mejor *desempeño*, en la actividad agrícola de café en el Eje Cafetero colombiano.

Con los resultados obtenidos en las marginalidades para la ET y EA (*véanse* cuadros 7 y 8) se pueden hacer escenarios de cómo incentivar y en qué cantidad, los factores educación o capacitación del finquero, densidad y edad de cafetal. Además, desincentivar otras actividades agrícolas, autoempleo y mejorar accesos; porque tienen implicaciones desfavorables en la ET y EA. De esta manera se pueden valorar los impactos positivos o negativos para la ET y EA.

Desestimular el autoempleo en las pequeñas unidades puede resultar favorable, porque los finqueros ejercen distintas actividades simultáneas en el cafetal. Sin realizar una distribución del trabajo que puede generar ineficiencia y más aun cuando la edad del caficultor es mayor (*véanse* cuadros 7 y 8, representatividad y signo de *s5*). Generar oportunidades y facilidades de capacitar a pequeños productores, para aumentar su grado de escolaridad, puede orientar mejor a los minifundistas inexpertos en el cultivo. La razón, es que con mayor experiencia en la actividad se logra una eficiencia técnica superior (*s18*). Con esto, los finqueros pequeños pueden incrementar de forma significativa y coherente la densidad del cafetal (*ln8*) y así mejorar su puntaje de eficiencia técnica y asignativa.

Las instituciones encargadas de prestar asesoría, en eficiencia técnica, a los caficultores colombianos, pueden fortalecer y dirigir su apoyo, principalmente a pequeños y medianos productores (por representar la mayor parte de la muestra con ineficiencia técnica y asignativa). Como lo evidenció la variable (*at1*), que captura este servicio, en los determinantes para la ET y EA (*véanse* cuadros 7 y 8) resultó tener un efecto nulo sobre estas eficiencias, reflejando algún tipo de falencia, a mejorar, en la asistencia técnica por parte de las entidades responsables.

En lo posible, se requiere proporcionar y mejorar, por parte del gobierno, acceso a las fincas marginales de Caldas para los pequeños caficultores, mediante una adecuada infraestructura y facilitar la

adquisición de maquinaria (beneficiadero). En los cuadros 7 y 8, la ubicación en esta zona (*d1g3*) implicó ser significativa y adversa con la ET y EA de pequeños productores, y no para medianos y grandes. De no ser posible incorporar esta zona a los mercados, por cuestiones topográficas, posiblemente se pueda estimular la caficultura en Quindío, que es una región donde se obtuvo mayor ET y EA; en cambio, Risaralda (*d2g3*) resultó neutra con la ET y EA. Estos hallazgos probablemente se deben a las dificultades de asesoría técnica, porque Caldas no cuenta con fácil acceso a fincas minifundistas ubicadas en la periferia del departamento.

Aprovechando las bondades de los resultados obtenidos con DEA, las instituciones encargadas de las asesorías técnicas pueden buscar mecanismos⁴⁵ para mejorarlas a productores de café, que requieren asistencia. Este ejercicio para la ET, se puede realizar hipotéticamente de la siguiente manera: por ejemplo, la finca menos productiva de la encuesta es la 176, hoy día logra una producción cafetera de 1,5 arrobas al año. Empleando 0,3 hectáreas productivas en café, dos trabajadores, 301 litros de insumos químicos y dos unidades de maquinaria. Con esta misma cantidad de insumos hubiese logrado 103,56 arrobas de café para ese año (68,03% más de producción).

Bajo esta simulación, con asistencia técnica de la entidad encargada a esta finca, se puede sugerir al finquero que disminuya en 60% (de 301 a 120,56 litros) la cantidad de insumos químicos empleados (una mejor eficiencia en su uso) y con esto se ubique en la producción promedio de los pequeños productores (*véanse* cuadros 2 y 9). El anterior análisis se puede realizar a cada productor ineficiente técnicamente por categoría productiva y así mejorar la eficiencia técnica. De esta manera se aumentaría el puntaje para la ET. El escenario hipotético anterior redundaría en unos menores costos de producción para este caficultor y, por ende, mejoraría su nivel de la EA.

⁴⁵ La publicación en páginas web, los boletines informativos, los medios de comunicación y la orientación a los asistentes técnicos (para entender las mejoras potenciales calculadas en DEA), entre otros, se logra un mayor nivel en la ET y EA, con el aumento o disminución de un determinado insumo acorde con su precio y costos de producción de café.

Recolectar información de este tipo a través del tiempo, para una muestra homogénea o similar a la del estudio, permite conocer más aspectos en producción y calidad de vida para caficultores colombianos. Por haberse obtenido información estadística de fuentes primarias, los resultados en este estudio están sujetos a no ser correctos; pero hasta el momento, es la primera aproximación en Colombia trabajada con información de primera mano. Otros estudios sobre eficiencia, en las fincas cafeteras, han empleado información secundaria.

Cuadro 9. Análisis de mejora técnica en el cafetero más ineficiente muestreado.

Fuente	Insumo	Actual	Objetivo	Potencial a mejorar %
Insumo	ma	2	1,15	-42,46
Insumo	l	2	2	0
Insumo	ca	301	120,56	-59,95
Insumo	p1	0,3	0,3	0
Producción	p5	1,5	103,56	6803,69

Fuente: Cálculos de los autores.

Referencias

ARDILA, A. y PINEDA, C. (2005). “Los salarios en la industria cafetera colombiana”, Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Economía.

ARTETA, L. (1985). *El café en la sociedad colombiana* (7ª ed.), Colombia: Áncora Editores.

BANCO MUNDIAL (2002). “Estudios del sector cafetero en Colombia (resumen ejecutivo)”, *Ensayos sobre Economía Cafetera*, Federación Nacional de Cafeteros, 18:27-32.

BANKER, R. D.; CHARNES, A., and COOPER, W. W. (1984). “Some models for stimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, 30:1078-92.

- BINAM, J.; SILLA, K.; DIARRA, I., and NYAMBI, G. (2003). "Efficient among coffee farmers in Côte d'Ivoire: Evidence from the centre west region", *R&D Management*, 15(1):66-75.
- CHARNES, A.; COOPER, W., and RHODES, E. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 2(6):429-44.
- CHAVAS, J.; PETRIE, R., and ROTH, M. (2005). "Farm household production efficiency: Evidence Gambia", *American Journal Agriculture Economic*, 87(1):160-79.
- CONSEJO INTERNACIONAL DEL CAFÉ, ICC, International Coffee Congress (2003). "Repercusiones de la crisis del café en la pobreza en países productores", International Coffee Organization, September 17-19, 2003, Cartagena-Colombia.
- DUQUE, H. y BUSTAMANTE, F. (2002). "Determinantes de la productividad del café", Colombia: Centro Nacional de Investigación de Café, Cenicafé.
- FARRELL, M. J. (1957). "The measurement of productive efficiency", *Journal of Royal Statistical Society Series*, 120:253-81.
- GARCÍA, J. y RAMÍREZ, J. (2002). "Sostenibilidad económica de las pequeñas explotaciones cafeteras colombianas", *Ensayos sobre Economía Cafetera*, Federación Nacional de Cafeteros, 18:73-90.
- GARRETT, Th. (2001). "Economies of scale and inefficiency in county extension councils: A case for consolidation?", *American Journal of Agricultural Economics*, 83:811-25.
- GUHL, A. (2004). "Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana, 1970-1997", *Ensayos sobre Economía Cafetera*, Federación Nacional de Cafeteros, 20:137-54.

<http://www.proteccioncivil.org/vademecum/vdm017.htm#1704d>.

JUST, R.; HUETH, D., and SCHMITZ, A. (2004). “The welfare economics of public policy: A practical approach to project and policy evaluation”, Cheltenham, UK, Northampton, MA: Edward Elgar.

LEIBOVICH, J. y BARÓN, C. (1996). “Determinantes de la productividad cafetera en finca”, Santafé de Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE).

MOSHEIM, R. (2002). “Organizational type and efficiency in the Costa Rican coffee processing sector”, *Journal of Comparative Economics*, 30:296-316.

PERDOMO, J. (2006). “Estimación de funciones de producción y eficiencia técnica en el Eje Cafetero colombiano: una aplicación con fronteras estocásticas vs. DEA”, Tesis de Maestría en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Economía.

PERDOMO, J.; HUETH, D. y MENDIETA, J. (2007). “Factores que afectan la eficiencia técnica en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos”, *Ensayos sobre Economía Cafetera*, Federación Nacional de Cafeteros, 22:121-40.

PIZANO, D. (2001). *El café en la encrucijada, evolución y perspectivas*, Bogotá: Alfaomega.

RAMÍREZ, L.; SILVA, G.; VALENZUELA, L.; VILLEGAS, Á. y VILLEGAS, L. (2002). “Comisión de Ajuste de la Institucionalidad Cafetera”, *Ensayos sobre Economía Cafetera*, Federación Nacional de Cafeteros, 18:15-25.

RÍOS, A. and SHIVELY, G. (2005). “Farm size and nonparametric efficiency measurements for coffee farms in Vietnam”, *American Agricultural Economics Association*.

ZAMBRANO, R. (1991). “La productividad y la competitividad del café colombiano”, *Ensayos sobre Economía Cafetera*, Federación Nacional de Cafeteros, 4(6):41-6.