

EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA COBERTURA DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS COLOMBIANAS*

Efficiency and productivity in access to
colombian public universities

Francisco Javier Maza Ávila
Juan Carlos Vergara Schmalbach
Raúl Román Romero
Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Colombia

DOI: <http://dx.doi.org/10.14482/indes.25.2.10957>

* ESTE ARTÍCULO ES EL RESULTADO DEL PROYECTO TITULADO *EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA COBERTURA Y CALIDAD DE LAS INSTITUCIONES OFICIALES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE COLOMBIA*, LIDERADO POR EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO REGIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. LOS AUTORES AGRADECEN A LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA (COLOMBIA) LA FINANCIACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN, MEDIANTE LA RESOLUCIÓN 03727 DE 2014, "POR LA CUAL SE ORDENA LA APERTURA DEL TRÁMITE PARA LA OBTENCIÓN DE RECURSOS FINANCIEROS EN APOYO AL FORTALECIMIENTO Y SOSTENIBILIDAD DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN CLASIFICADOS POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN - COLCIENCIAS EN LAS CATEGORÍAS AL, A, B, C, D Y RECONOCIDOS AVALADOS POR LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA".

FRANCISCO JAVIER MAZA ÁVILA

ADMINISTRADOR INDUSTRIAL POR LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, ESPECIALISTA EN GESTIÓN GERENCIAL POR LA MISMA UNIVERSIDAD, MAGÍSTER EN ECONOMÍA Y DESARROLLO TERRITORIAL POR LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ Y DOCTOR EN CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS POR LA MISMA UNIVERSIDAD. DOCENTE DE TIEMPO COMPLETO DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. E-MAIL: FMAZAA@UNICARTAGENA.EDU.CO

JUAN CARLOS VERGARA SCHMALBACH

INGENIERO INDUSTRIAL POR LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y CANDIDATO A DOCTOR EN CIENCIAS SOCIALES MENCIÓN GERENCIA POR LA UNIVERSIDAD DE ZULIA DE VENEZUELA. DOCENTE DE TIEMPO COMPLETO POR LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. E-MAIL: JVERGARAS@UNICARTAGENA.EDU.CO

RAÚL ROMÁN ROMERO

HISTORIADOR POR LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, MAGÍSTER EN ESTUDIOS DEL CARIBE POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y DOCTOR EN HISTORIA DE AMÉRICA LATINA POR LA UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE DE ESPAÑA. DOCENTE DE TIEMPO COMPLETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. E-MAIL: RROMANR@UNAL.EDU.CO

RESUMEN

Este artículo analiza la eficiencia y los cambios productivos en la cobertura de las 32 instituciones de educación superior colombianas pertenecientes al Sistema de Universidades Estatales durante el periodo 2003-2012. Para tal fin, se empleó el análisis envolvente de datos y el índice de productividad de Malmquist para analizar los datos sobre matrícula de pregrado y posgrado, número docentes de tiempo completo, gasto en personal administrativo y recursos financieros y físicos. Los resultados muestran que, aproximadamente, todas las instituciones evaluadas obtienen eficiencias por encima de 70 % y crecimientos promedios de su productividad a una tasa aproximada de 9 %. Sin embargo, se observan profundas diferencias entre los desempeños interregionales, sobre todo entre la región andina y la región caribe.

PALABRAS CLAVE: eficiencia, productividad, cobertura, educación superior, Análisis Envolvente De Datos (DEA).

ABSTRACT

This article analyzes the efficiency and the productive changes in the coverage of the 32 Colombian Higher Education Institutions belonging to the System of State Universities (SUE), during the period 2003-2012. Data Envelopment Analysis and the Malmquist Productivity Index were used to analyze data on students enrolled in undergraduate and postgraduate programs, number of full-time teachers, administrative expenses, and financial and infrastructure resources. The results show that, on average, all the institutions of higher education obtained efficiencies above 70%, as well as increases in their productivity at an average rate of 9%. However, it was observed deep differences between the regions of Colombia, especially the central region and the north of Colombia.

KEYWORDS: *efficiency, productivity, coverage, higher education, Data Envelopment Analysis (DEA).*

INTRODUCCIÓN

La educación superior en Colombia se encuentra reglamentada mediante la Ley 30 de 1992, “por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior”. En ella se define este nivel de formación como un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional. A la educación superior pueden acceder quienes acrediten el título de bachiller y la prueba Saber 11, que es la prueba oficial obligatoria para quienes egresan de la educación media y aspiran a continuar estudios superiores (Maza Ávila, 2012).

Para cumplir con su misión de formación integral, en la actualidad la educación superior enfrenta importantes retos de cobertura, calidad y pertinencia. Ya desde principios de la década de 1990 se hablaba de la existencia de una cobertura insuficiente, una calidad muy desigual de las instituciones y de los programas y una exigua racionalidad de la oferta que, en esas condiciones, se orientaba más por la rentabilidad de las formaciones ofrecidas que por las necesidades sociales (Misas Arango, 2004). Estudios más recientes, como los adelantados por el MEN (2013), el CESU (2014) e investigadores del Banco de la República (Melo, Ramos y Hernández, 2014) muestran que, si bien los indicadores han mejorado, los problemas aún siguen siendo los mismos, lo cual limita el desarrollo de competencias necesarias para el trabajo a una buena parte de los colombianos.

Respecto de la cobertura, las cifras del Instituto de Estadísticas de la Unesco (2015) arrojan que, en lo corrido del siglo XXI, Colombia ha mejorado notoriamente el acceso a la educación superior en sus distintos niveles de formación, especialmente en la formación técnica y tecnológica¹ (la tasa de cobertura en educación

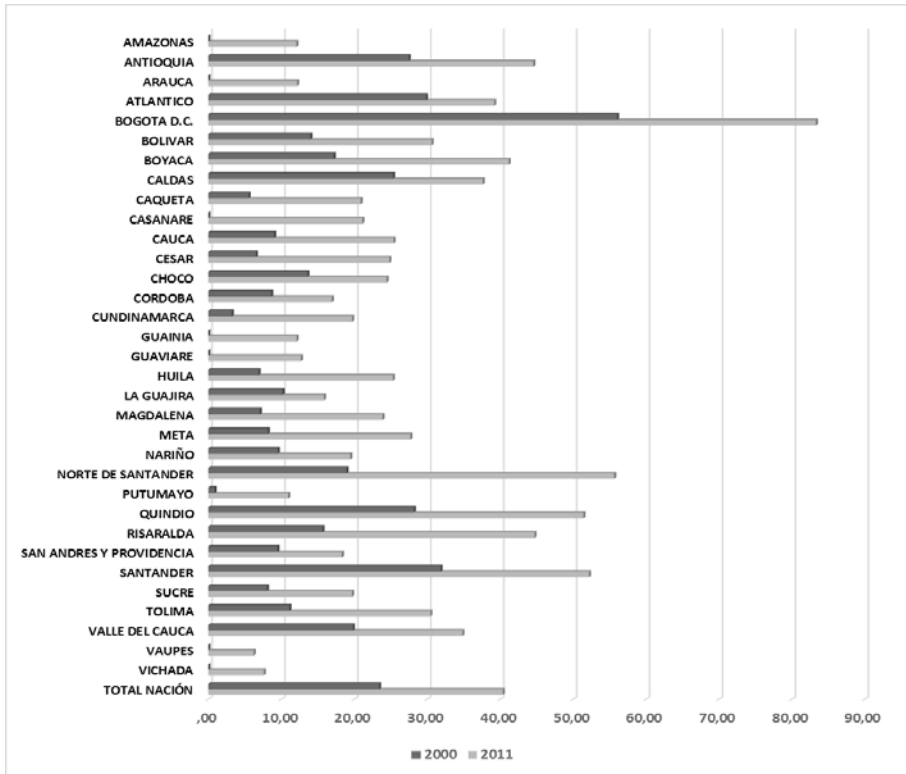
1 La creación a partir de 2003 de los Centros Regionales de Educación Superior como estrategia de regionalización de la educación superior, principalmente en carreras técnicas y tecnológicas, contribuyó, junto con la oferta del Servicio Nacional de Aprendizaje, al crecimiento de la cobertura educativa, sobre todo en las regiones más apartadas del país.

superior pasó de 23.92 % en 2000 a 45.02 % en 2012, lo cual significa un incremento de 21.1 puntos porcentuales en doce años). Sin embargo, en el contexto internacional, la tasa de cobertura aún continúa siendo muy baja, incluso por debajo del promedio para América Latina. En el ámbito regional, la cobertura es muy heterogénea. Según las cifras para 2011 del MEN, mientras que la tasa de cobertura para Bogotá fue de 83.3 %, y la de Norte de Santander de 55.66 %, trece departamentos —entre ellos Amazonas, Guainía, Putumayo y Vaupés— reportaron tasas inferiores a 20 %, lo cual indica una brecha interdepartamental de más de 60 puntos porcentuales (figura 1). Estos problemas se agudizan cuando la población pertenece a grupos étnicos (comunidades negras, raizales, indígenas y rom), se encuentra en condición de discapacidad, son víctimas o victimarios desmovilizados del conflicto armado, o son población habitante de frontera (CESU, 2014; MEN, 2013).

La cifra de estudiantes que no culminan sus estudios universitarios también se constituye en un elemento que empeora el panorama de la educación superior en Colombia. Para 2013, la deserción universitaria alcanzó 44.9 %, lo cual significa que uno de cada dos estudiantes que inicia sus estudios de educación superior no alcanza a culminarlos; estos resultados son más críticos en los niveles técnicos y tecnológicos, donde la deserción alcanza niveles de 62.4 y 53.8 %, respectivamente (Guzmán, Durán y Franco, 2009). Por su parte, el incremento en el número de egresados de la educación media no se corresponde con mayores cupos en la educación superior. Un estudio publicado por el Banco Mundial (citado en Maza Ávila, 2012) afirma que el aumento en el número de graduados de la educación secundaria en Colombia está creando un cuello de botella en el punto de entrada a la educación superior, dada la capacidad insuficiente del sistema educativo oficial y los altos costos para el estudiante en las instituciones privadas.² De hecho, la tasa

2 Por poner un ejemplo, en Colombia, el valor promedio de la matrícula en una institución de educación superior privada para estudiantes de primer semestre fue, para 2011, de COP 1 300 000 en la formación técnica; de COP 1 700 000 en la formación tecnológica; y de COP 3 800 000 en la formación de grado. Mientras el valor en una institución oficial costaba, aproximadamente, COP 500 000.

de absorción de la educación superior, indicador que muestra el cociente entre los estudiantes matriculados en el primer semestre de ese año en las instituciones de educación superior y los graduados de bachiller en el año inmediatamente anterior (los que realizan la prueba Saber 11), arrojó un resultado para Colombia de 69.9 % en 2013. Esto significa que, por cada 100 bachilleres, solo 69 pueden acceder a la educación superior (Maza Ávila, 2016).



Fuente: Elaboración propia según SNIES (2015).

Figura 1. Tasa de cobertura bruta en la educación superior (2000-2011) por departamentos y total nacional

Ante el panorama de la educación superior mostrado, varias han sido las acciones emprendidas por el Estado durante los últimos diez años, con el apoyo de organizaciones sociales. Los más destacados han sido el Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016,

que estableció como uno de sus temas prioritarios la equidad, el acceso, la permanencia y la calidad (MEN, 2006), y los *Lineamientos política de educación superior inclusiva* (MEN, 2013), que apuestan al acceso de las minorías a la educación superior. Más reciente ha sido el Acuerdo por lo Superior 2034, propuesta de política pública del CESU presentada a finales de 2014, que, formulada a partir de talleres y mesas de trabajo realizados en el contexto nacional con actores del sector educativo, entre docentes y estudiantes, establece como una de los diez grandes temas para reestructurar el sistema la educación inclusiva, el acceso, la permanencia y la graduación (CESU, 2014).

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”, el cual fue aprobado en el primer semestre de 2015, incorpora un conjunto de reformas al sistema nacional de educación, entre ellas, la creación de un sistema de educación terciaria con mayor acceso, calidad y pertinencia y el diseño e implementación del Plan Maestro de Ampliación de Cobertura con Calidad, dirigido a cerrar la brecha de cobertura, calidad y pertinencia de la educación superior y la formación para el trabajo y el desarrollo humano, en las dimensiones interregional y urbano-rural (DNP, 2015). Sin embargo, aún falta tiempo para analizar el cumplimiento de estas apuestas, y evaluar sus resultados.

Más allá de las acciones que de política pública sean desarrolladas, el éxito de las inversiones en el sistema de educación superior requerirá un examen racional de la gestión realizada hasta ahora por cada institución de educación superior, sobre todo las oficiales, de manera que, respetando la autonomía universitaria, pueda tomarse la mejor decisión de inversión, asegurando el uso eficiente de los recursos y la sostenibilidad fiscal, tal como lo establece la Constitución Política de Colombia (Corte Constitucional de Colombia, 2010). Por esta razón, este artículo tiene como objetivo medir la eficiencia y los cambios de la productividad en la cobertura —medida por la matrícula de pregrado y posgrado— de las 32 instituciones de educación superior de Colombia, pertenecientes al Sistema Universitario Estatal, empleando para ello el análisis envolvente de

datos y del índice de productividad de Malmquist, utilizados para medir eficiencia y productividad, respectivamente.

Este artículo se estructura de la siguiente forma. En la primera parte, se muestran varios antecedentes —internacionales y nacionales— sobre el análisis de la eficiencia y la productividad en el sector educativo. En la segunda parte, se describen tanto el análisis envolvente de datos como el índice de productividad de Malmquist. En la tercera parte, se explican los *inputs* y *outputs* seleccionados, la población en estudio y las orientaciones del modelo. En la cuarta parte, se analizan los resultados arrojados desde un enfoque regional. La última parte está dedicada a las conclusiones.

ANTECEDENTES

En el ámbito internacional, son varios los trabajos que han centrado su atención en el análisis de la eficiencia del sector educativo, empleando para ello las metodologías de fronteras estocásticas y de análisis envolvente de datos. Si bien existen importantes artículos referentes a la metodología de fronteras estocásticas en el análisis de la eficiencia educativa (Arenas, Soto y Marino, 2004; Chakraborty, Biswas y Lewis, 2001; González, Ramoni y Orlandoni, 2017; Izadi, Johnes, Oskrochi y Crouchley, 2002; Melo, Ramos y Hernández, 2014; Pereira y Moreira, 2007; Rodríguez, 2014; Zoghbi, Rocha y Mattos, 2013), los trabajos que emplean análisis envolvente de datos son más populares dentro de la literatura científica. De hecho, el estudio realizado por Liu, Lu, Lu y Lin (2013), que tomó como base 4936 artículos de investigación publicados entre 1978 y 2010 en la Web of Science, arrojó que, en el mundo, el sector educativo se encuentra entre los cinco sectores que agrupan el mayor porcentaje de publicaciones sobre eficiencia empleando la metodología análisis envolvente de datos. Según Maza, Navarro y Puello (2012; citados en: Maza Ávila, Quesada y Vergara, 2013), entre las principales ventajas de la metodología análisis envolvente de datos se encuentran su mayor flexibilidad frente a los métodos econométricos, lo cual puede incorporar errores de medición y de variables no controlados; los datos determinan cuál es la función, en este sentido, no se

necesita establecer una forma funcional inicial; y los resultados se circunscriben solo a los datos analizados, por ello, en ningún momento, se pueden hacer inferencias respecto del universo de datos.

Para el caso de la medición de la productividad en el ámbito educativo, se ha destacado la aplicación del índice de productividad de Malmquist, acompañada de una medición previa de la eficiencia por análisis envolvente de datos. Entre los investigadores que emplean ambas metodologías, de forma conjunta, se destacan Ahn, Charnes y Cooper (1988), Breu y Raab (1994), Dundar (1999), Colbert, Levary y Shaner (2000), Avkiran (2001), Gómez (2001), Abbott y Doucouliagos (2003), Johnes (2006a), Johnes (2006b), Johnes y Yu (2008), Celik y Ecer (2009), Johnes y Johnes (2009), Abramo, Cicero y D'Angelo (2011), Chang, Chung y Hsu (2012), Kosor (2013) y Yaisawarng y Ng (2014).

En Colombia, también se han llevado a cabo investigaciones con aplicaciones prácticas del análisis envolvente de datos y del índice de productividad de Malmquist en su sector educativo (Iregui, Melo y Ramos, 2006; Maza Ávila, Quesada y Vergara, 2013; Melo, Ramos y Hernández, 2014; Quesada, Blanco y Maza, 2010; Ramos, Moreno, Almanza, Picón y Rodríguez, 2015; Restrepo y Villegas, 2007; Rodríguez Murillo, 2014; Soto, Arenas y Trejos, 2005), sin embargo, siguen siendo muy escasas. Por ejemplo, la revisión bibliográfica realizada por Cervera, Oviedo y Pineda (2013) arrojó que durante el periodo 2003-2012 se publicaron veintitrés³ documentos sobre análisis de eficiencia en el sector educativo; de ellos doce centraron su atención en la gestión de las instituciones de educación superior, pero ninguno en el análisis de la eficiencia de la cobertura educativa.

Es de destacar que el análisis envolvente de datos, en particular, es utilizado por el DNP para evaluar, en el ámbito municipal, la inversión de los recursos del Sistema General de Participaciones en los sectores de agua potable, salud y educación, aunque este último sector solo incluye la educación primaria, secundaria y media vocacional (DNP, 2014).

3 De los veintitrés documentos, solo nueve son artículos de investigación. El resto corresponde a trabajos de grado y documentos de trabajo (*working papers*).

EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS Y EL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE MALMQUIST

Como se señaló, en este artículo, se emplea el análisis envolvente de datos y el índice de productividad de Malmquist para evaluar la eficiencia y la productividad en la cobertura educativa de las 32 instituciones que pertenecen al Sistema Universitario Estatal, de acuerdo con la información del MEN. El análisis envolvente de datos es un método matemático introducido por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), cuyas interacciones permiten calcular el índice de eficiencia técnica relativa, a través de la programación lineal para cada unidad productiva o *decision-making unit* (DMU) observada. El análisis envolvente de datos conduce a la comparación de los desempeños de las DMU —en este caso se hace referencia a las universidades públicas— relacionados con el uso de los recursos disponibles y los resultados alcanzados con ellos (Jacobs, 2001), donde la selección de los *inputs* y *outputs* desempeñan un papel fundamental en la delimitación de este tipo de estudios.

Con el análisis envolvente de datos, se puede concluir si el resultado de una DMU es eficiente cuando, contando con unos insumos (*inputs*), se puede obtener la mayor cantidad de productos (*outputs*), o con un enfoque hacia la salida, cuando la obtención de un número determinado de *outputs* conduce al uso de una menor cantidad de *inputs* (Gorgemans y Urbina, 2007). El análisis envolvente de datos ofrece una información singularizada en cada unidad, con el propósito de construir un conjunto frontera determinado por las DMU pareto-eficientes —aquellas en una posición tal que les es imposible mejorar su salida u *output*, sin deteriorar la cantidad de *input* utilizado, o viceversa— (Maza Ávila, Vergara y Navarro, 2012). Debido a que requiere de muy pocos supuestos, el análisis envolvente de datos ha abierto posibilidades para las evaluaciones institucionales que, por lo general, pueden ser muy difíciles de llevar a cabo, debido a la compleja naturaleza de las relaciones entre múltiples entradas y salidas (Altamirano-Corro y Peniche-Vera, 2014).

El modelo análisis envolvente de datos se formaliza asumiendo que hay n DMU por ser evaluadas, cada una de las cuales requiere de *inputs* diferentes para producir *outputs*. La DMU _{j} utiliza un valor de $X_j = x_{ij}$ *inputs* ($i = 1, 2, \dots, m$) y produce un valor de $Y_j = y_{kj}$ productos ($k = 1, 2, \dots, s$). En este caso, se considera un modelo orientado a los *outputs*, conocido como el modelo BCC-*output* (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978), modelo aceptado para medir la eficiencia en el sector público (Cano y Ramírez, 2007; Quesada, Blanco y Maza, 2010). El esquema planteado se interpreta como un problema de programación lineal, como se muestra a continuación:

$$\begin{array}{ll}
 \text{MIN} & \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} \\
 \text{s.a.} & \sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0} = 1 \\
 & - \sum_{i=1}^m v_j x_j + \sum_{k=1}^s u_k y_k \leq 0 \quad \forall j \\
 & u_k \geq \varepsilon > 0 \quad \forall k, j \\
 & v_j \geq \varepsilon > 0 \quad \forall i, j
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{ll}
 \text{MAX} & \gamma_0 + \varepsilon \left[\sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right] \\
 \text{s.a.} & \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j = x_{i0} - h_i^- \quad \forall i \\
 & \sum_{j=1}^n y_k \lambda_j = y_{k0} \gamma_0 + h_k^+ \quad \forall k \\
 & \lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0 \quad \forall j, i, k \\
 & \gamma_0 \text{ irrestricta}
 \end{array}$$

Modelo primal Modelo dual

El índice de productividad de Malmquist, por su parte, es una herramienta que permite el cálculo del índice de productividad total por cada DMU comprendida en un análisis envolvente de datos y que recoge aquellas variaciones de la producción que no son explicadas por los cambios meramente cuantitativos en el uso de los factores trabajo y capital (Maza Ávila, Quesada y Vergara, 2013). Partiendo de la metodología propuesta por Färe, Grosskopf, Norris y Zhang (1994), el índice de Malmquist se formaliza considerando un conjunto de $i = 1, \dots, n$ DMU y $t = 1, \dots, T$ periodos de tiempo, donde las DMU utilizan m *inputs* x_{ij} ($i = 1, \dots, m$) para producir s *outputs* y_{rj} ($r = 1, \dots, s$), se pueden definir dos tecnologías:

- Una presente —o actual— de referencia

$$T_c^t = \{x^t, y^t | x^t \text{ puede producir } y^t\} \text{ con } \lambda T_c^t = T_c^t, t = 1, \dots, T, \lambda > 0$$

- Una tecnología global de referencia $T_c^G = \text{conv}\{T_c^1 \cup \dots \cup T_c^T\}$

El subíndice c indica que las dos tecnologías tienen retornos constantes a escala. El índice de Malmquist puede ser desagregado en dos componentes que explican los cambios experimentados en la productividad de un periodo a otro: el cambio en la eficiencia y el cambio en la tecnología. La ecuación siguiente presenta la descomposición propuesta:

$$M_c(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left(\frac{D_c^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \times \left(\frac{D_c^{t+1}(x^t, y^t)}{D_c^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \right)^{1/2}$$

Cambio en la eficiencia Cambio en la tecnología

Los valores asumidos por el índice de Malmquist pueden ser mayores, iguales o menores de uno. En caso de ser mayor de la unidad, se puede interpretar como un incremento de la productividad de una DMU de un año a otro; si es igual a 1, significa que no se han experimentado cambios, y si es menor a la unidad, significa una disminución de la productividad de una DMU en los años considerados. Igual análisis puede realizarse a sus dos componentes.

MÉTODO

Selección de *inputs* y *outputs*

Para la construcción de la función de producción de una institución de educación superior, asumiendo un enfoque de procesos (tal como lo sugiere el análisis envolvente de datos), se requiere determinar cómo convierte sus *inputs* en *outputs*. En este caso, y teniendo en cuenta que las funciones sustantivas de una institución de educación superior giran alrededor de la docencia, la investigación y la proyección social, para cumplir con dichas funciones (de donde se

derivan diversos *outputs*, tales como cobertura, calidad educativa, producción científica, entre otras), debe invertir sus recursos en una gran variedad de *inputs*. Por ello, estas instituciones pueden ser consideradas como empresas *multi*productos (Cohn y Cooper, 2004, citados en Kosor, 2013), donde con una misma combinación de *inputs* pueden obtener diversos *outputs*.⁴ Ante esta condición *multi*producto de la educación y la limitada disponibilidad de datos, la decisión sobre la selección de *inputs* y *outputs* para la medición de la cobertura se vuelve compleja (Ramos et al., 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, el interés de este artículo consiste en evaluar cuán eficientes y productivas son las 32 instituciones de educación superior colombianas pertenecientes al Sistema Universitario Estatal, de cobertura educativa, a partir de la adaptación del modelo planteado por el DNP (2014) para la medición de la eficiencia de la educación media. En este sentido, se han tomado como *outputs*, es decir, como resultados de la gestión de las instituciones de educación superior para garantizar su cobertura, la matrícula total de pregrado, referente al número de estudiantes matriculados en los programas de pregrado de cada institución, en sus diversos niveles de formación (técnica, tecnológica y pregrado), y la matrícula total en postgrado, que recoge el número de estudiantes matriculados en un programa de posgrado, en sus diversos niveles (especialización, maestría y doctorado).

⁴ Por ejemplo, con una combinación de docentes e inversión financiera, una institución de educación superior podría obtener un mayor número de estudiantes matriculados, pero también una mayor cantidad de publicaciones científicas.

Tabla 1. Variables del modelo de matrícula de las universidades públicas de Colombia

Tipo	Variable	Descripción
<i>Outputs</i>	Matrícula total de pregrado	Cuantifica la matrícula total de la universidad por programas académicos y niveles de formación en pregrado
	Matrícula total en postgrado	Cuantifica la matrícula total de la universidad por programas académicos y niveles de formación en posgrado
<i>Inputs</i>	Profesores en tiempos completos equivalentes, incluso de cátedra	Este indicador expresa una forma normalizada del tiempo dedicado a la universidad por los profesores, independiente de la duración de sus contratos de trabajo y de la jornada laboral para los cuales son contratados
	Gasto en personal administrativo	Medir la capacidad en personal administrativo con que cuenta la universidad, cuantificado a través del gasto
	Recursos físicos	Este indicador cuantifica, en metros cuadrados, las áreas construidas disponibles para actividades misionales y de apoyo administrativo de la universidad
	Recursos financieros	El indicador está compuesto por la suma de los ingresos operacionales correspondientes a transferencias oficiales en el año, ingresos generados por actividades de docencia (matrículas, otros derechos académicos, menos las devoluciones y los descuentos en matrícula), ingresos por actividades conexas y otros ingresos operacionales, menos los gastos operacionales de personal de administración, docencia y recursos destinados al pasivo pensional

Fuente: SNIES (2015).

Para lograr un nivel dado de cobertura educativa (con independencia del nivel de calidad), cada institución universitaria oficial debe gestionar y comprometer, de manera racional, una combinación adecuada de recursos humanos, físicos y financieros. Partiendo de esta premisa, se han considerado como *inputs* las siguientes variables: *Profesores en tiempos completos equivalentes*, que recoge el total de docentes vinculados a la institución, tanto catedráticos —en sus diversas modalidades— como de planta, pero valorados respecto de los profesores de planta equivalentes; *Gasto en personal administrativo*, que involucra los gastos en que incurre la institución en el personal que realiza las actividades administrativas; *Recursos físicos*, que representa las áreas, en metros cuadrados, con que cuenta la institución para la realización de sus actividades misionales; y *Recursos financieros*, representada en los recursos con que cuenta la institución para invertir en sus actividades misionales. Estos se obtienen de restar de los recursos obtenidos por matrícula, venta de servicios y transferencias de la nación los gastos asociados al pago de salarios del personal docente y administrativo, además del pasivo pensional. Un resumen de las variables se observa en la tabla 1.

Población en estudio

La población en estudio está conformada por las 32 instituciones de educación superior oficiales que pertenecen al Sistema Universitario Estatal. La información utilizada para los cálculos proviene de la base de datos consolidada y validada por el SNIES (2015), que recopila y organiza la información relevante sobre la educación superior que permite realizar planeación, monitoreo, evaluación, asesoría, inspección y vigilancia del sector. El periodo de análisis va de 2003 a 2012.

Orientación del modelo

La eficiencia técnica para cada año fue estimada empleando el *software* Frontier Analyst en su versión 4. Como el objetivo central de la función de producción construida consiste en incrementar el número de matriculados en cada institución de educación superior oficial,

se asumió una orientación al *output*. Asimismo, y dado que no existe una certeza sobre el tipo de retorno de la función planteada (por ejemplo que el incremento de los *inputs* en una determinada proporción genere el mismo incremento proporcional de los *outputs*, que en este caso sería la matrícula), se asumieron retornos variables a escala (modelo BCC Output). Para la estimación del índice de productividad de Malmquist y su descomposición en la eficiencia técnica y los cambios en la productividad, se empleó el *software* EMS, asumiendo retornos constantes a escala, de acuerdo con la sugerencia de Thanassoulis (2001) y orientación al *input* (modelo CCR Input), puesto que, tratándose de retornos constantes a escala, la eficiencia técnica es igual para la orientación *input* y *output*.

RESULTADOS

Eficiencia de las universidades públicas colombianas

Tabla 2. Eficiencia promedio del modelo de matrícula de las universidades públicas de Colombia durante 2003-2012

Años	Estadística descriptiva				
	Eficiencia media	Desviación estándar	Rango	Eficiencia mínima	Eficiencia máxima
2003	76.40	25.44	70.63	29.37	100
2004	69.22	27.08	77.61	22.39	100
2005	76.13	21.68	65.04	34.96	100
2006	78.56	20.33	58.78	41.22	100
2007	71.02	23.97	66.27	33.73	100
2008	77.33	24.52	67.18	32.82	100
2009	71.59	25.51	69.27	30.73	100
2010	79.80	21.82	64.02	35.98	100
2011	79.05	22.66	63.39	36.61	100
2012	76.03	23.98	68.18	31.82	100

Fuente: SNIES (2015).

El análisis para 2003-2012 arrojó que la eficiencia promedio en la cobertura de las universidades públicas colombianas se encontró por encima de 70 %, salvo en 2004 cuando se situó en 69.2 %. Cabe destacar las altas fluctuaciones de la eficiencia durante todos los años —medida por el rango de la eficiencia entre las instituciones— que alcanzaron en algunos casos hasta 77.61 puntos porcentuales (tabla 2). Esto indica las grandes diferencias en la gestión de cada universidad pública de Colombia.

El análisis de la eficiencia por regiones muestra con mayor profundidad las diferencias en la gestión universitaria oficial de cobertura educativa. En él se observa que las universidades de la región andina son, aproximadamente, más eficientes que las del resto de las regiones, tanto en la eficiencia (tabla 3) como en el número de instituciones eficientes (tabla 4). Por su parte, las universidades públicas de la región caribe y de la Amazonia⁵ obtienen las eficiencias promedio más bajas. Cabe destacar que la diferencia entre las regiones más eficientes y las menos eficientes es de más de 20 puntos porcentuales. Aunque no se pretende ser concluyente, es de destacar que aquellas regiones donde las instituciones universitarias han tenido un desempeño eficiente coinciden con aquellas con mayores niveles de cobertura en la educación superior, lo cual permite corroborar la heterogeneidad en la cobertura educativa a nivel superior planteada por Melo, Ramos y Hernández (2014).

En las universidades, solo 6 de las 32 instituciones evaluadas alcanzan la máxima eficiencia: Universidad Nacional de Colombia, Universidad Popular del Cesar, Universidad del Pacífico, Universidad del Tolima, Universidad Francisco de Paula Santander (Ocaña) y Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

5 Cabe resaltar que la región de la Amazonia solo tiene una institución de educación superior oficial. Lo mismo sucede en la región de la Orinoquia.

Tabla 3. Eficiencia promedio del modelo de matrícula de las universidades públicas de Colombia por regiones durante 2003-2012

Años	Regiones de Colombia										Total	
	Andina		Caribe		De la Amazonia*		De la Orinoquia*		pacífica			
	EM	SD	EM	SD	EM	SD	EM	SD	EM	SD	EM	SD
2003	82.73	22.34	66.60	27.43	44.53	—	68.73	—	75.25	33.88	76.40	25.44
2004	77.45	22.29	54.55	31.53	43.42	—	51.49	—	68.81	33.95	69.22	27.08
2005	80.33	20.61	67.81	25.10	61.64	—	65.54	—	77.70	24.67	76.13	21.68
2006	83.14	17.50	71.82	25.16	62.35	—	61.69	—	78.11	25.33	78.56	20.33
2007	76.60	21.18	60.19	28.64	70.80	—	59.12	—	68.55	30.43	71.02	23.97
2008	84.83	17.76	64.58	30.82	83.18	—	54.35	—	71.60	34.25	77.33	24.52
2009	77.93	21.47	64.38	31.35	61.03	—	50	—	65.33	33.85	71.59	25.51
2010	86.50	18.48	58.94	20.70	74.52	—	89.09	—	84.04	24.11	79.80	21.82
2011	84.16	20.97	67.71	24.26	82.10	—	44.18	—	82.91	23.63	79.05	22.66
2012	83.60	20.78	66.47	25.41	79.61	—	31.82	—	70.25	26.46	76.03	23.98
total	81.73	20.16	64.31	25.87	66.32	14.38	57.60	15.45	74.25	27.24	75.51	23.70

EM: eficiencia media; SD: desviación estándar.

Fuente: SNIES (2015).

Por su parte, aquellas que han tenido un bajo desempeño en la gestión para el incremento de su cobertura —una eficiencia promedio por debajo de 50 %— y que, por tanto, requieren esfuerzos para mejorar su gestión, se encuentran la Universidad de Córdoba, la Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, la Universidad de Cartagena, la Universidad Surcolombiana y la Universidad del Atlántico.

Tabla 4. Eficiencia promedio del modelo de matrícula de las universidades públicas de Colombia durante 2003-2012 (% de universidades)

Región	Condición	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Región andina	Eficientes	44.4	33.3	38.9	38.9	33.3	38.9	33.3	50.0	55.6	50.0
	Ineficientes	55.6	66.7	61.1	61.1	66.7	61.1	66.7	50.0	44.4	50.0
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Región caribe	Eficientes	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	14.3	28.6	28.6
	Ineficientes	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	85.7	71.4	71.4
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Región de la Amazonia	Eficientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ineficientes	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Región de la Orinoquia	Eficientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ineficientes	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Región pacífica	Eficientes	40	20	40	40	20	40	40	60	40	20
	Ineficientes	60	80	60	60	80	60	60	40	60	80
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total por regiones	Eficientes	37.5	28.1	34.4	34.4	28.1	34.4	31.3	40.6	43.8	37.5
	Ineficientes	62.5	71.9	65.6	65.6	71.9	65.6	68.8	59.4	56.3	62.5
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: SNIES (2015).

Cambios en la productividad de las universidades públicas colombianas

Esta sección se dedica al análisis de los cambios en la productividad, medida por el índice de productividad de Malmquist, y la descomposición en sus dos factores: *Cambios en la eficiencia* y *Cambios en la tecnología*. Los resultados arrojan que, a lo largo del periodo 2003-2012, la productividad ha crecido alrededor de 9 %, debido a mejoras tecnológicas, principalmente 7 %, apoyadas por un incremento de la eficiencia productiva 4 %. Cabe destacar el periodo

2008-2009, donde la productividad tuvo un fuerte descenso: 11 puntos porcentuales. Aunque disminuyó levemente la tecnología, el principal motivo de este resultado fue la caída, en 13 puntos porcentuales, de la eficiencia. Vale la pena señalar la existencia de una alta variabilidad en los resultados de las universidades públicas en todos los periodos de análisis, lo cual muestra las diferencias de sus resultados frente a los esfuerzos realizados por cada institución para incrementar su productividad (tabla 5).

Tabla 5. Productividad promedio del modelo de matrícula de las universidades públicas de Colombia durante 2003-2012

Periodo	Parámetros	Productividad media	Desviación estándar	Rango	Productividad mínima	Productividad máxima
2003-2004	CE	0.89	0.20	0.90	0.45	1.35
	CT	1.22	0.30	1.34	0.91	2.25
	IM	1.04	0.12	0.48	0.79	1.27
2004-2005	CE	1.23	0.34	1.70	0.68	2.38
	CT	1.09	0.15	0.68	0.73	1.41
	IM	1.33	0.34	1.57	0.70	2.27
2005-2006	CE	1.08	0,20	0.82	0.83	1.66
	CT	1.07	0.13	0.67	0.67	1.34
	IM	1.15	0.21	0.97	0.97	1.94
2006-2007	CE	0.90	0.17	0.88	0.61	1.50
	CT	1.09	0.15	0.58	0.83	1.40
	IM	0.97	0.13	0.53	0.76	1.29
2007-2008	CE	1.20	0.32	1.24	0.84	2.08
	CT	1.02	0.12	0.50	0.72	1.22
	IM	1.20	0.27	1.22	0.92	2.14
2008-2009	CE	0.87	0.18	0.59	0.56	1.15
	CT	0.99	0.13	0.66	0.66	1.32
	IM	0.85	0.16	0.45	0.59	1.03
2009-2010	CE	1.33	0.39	1.64	0.66	2.30
	CT	1.01	0.16	0.79	0.73	1.52
	IM	1.31	0.32	0.95	0.98	1.93

Continúa...

Periodo	Parámetros	Productividad media	Desviación estándar	Rango	Productividad mínima	Productividad máxima
2010-2011	CE	0.99	0.20	0.79	0.65	1.45
	CT	1.02	0.21	0.90	0.70	1.61
	IM	0.98	0.06	0.24	0.85	1.08
2011-2012	CE	0.89	0.16	0.80	0.33	1.12
	CT	1.14	0.37	2.05	0.90	2.94
	IM	0.96	0.05	0.22	0.82	1.04

CE: cambio en la eficiencia; CT: cambio tecnológico; IM: índice de Malmquist.

Fuente: SNIES (2015).

El cambio productivo por regiones colombianas arroja resultados interesantes. Por una parte, todas las regiones experimentaron incrementos en su productividad. Sin embargo, las universidades con los crecimientos más elevados se encuentran en la región pacífica, de la Amazonia y de la Orinoquia, todas con tasas promedio de 11 puntos porcentuales. Cabe destacar que la región caribe obtuvo la tasa de crecimiento promedio más baja de todas las regiones. Por otra parte, y salvo la región de la Amazonia, los incrementos en la productividad fueron impulsados por mejoras tecnológicas (tabla 6).

Tabla 6. Productividad promedio del modelo de matrícula de las universidades públicas de Colombia por regiones durante 2003-2012

Periodos	Región andina			Región Caribe			Región de la Amazonia			Región de la Orinoquia			Región pacífica			Total		
	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM
2003-2004	0.93	1.20	1.06	0.82	1.27	0.96	0.84	1.15	0.98	0.67	1.54	1.04	0.91	1.17	1.06	0.89	1,22	1,04
2004-2005	1.13	1.09	1.22	1.35	1.14	1.53	1.70	0.92	1.55	1.49	1.10	1.64	1.28	1.06	1.32	1.23	1,09	1,33
2005-2006	1.08	1.09	1.17	1.08	1.00	1.05	1.04	1.05	1.10	1.00	1.12	1.11	1.12	1.09	1.21	1.08	1,07	1,15
2006-2007	0.91	1.09	0.99	0.85	1.12	0.93	0.98	0.97	0.95	0.90	1.12	1.01	0.92	1.09	0.94	0.90	1,09	0,97
2007-2008	1.26	1.01	1.25	1.10	1.00	1.07	1.14	0.99	1.13	0.93	1.12	1.05	1.17	1.07	1.24	1.20	1,02	1,20
2008-2009	0.86	0.96	0.82	0.98	0.94	0.92	0.76	1.20	0.91	0.95	1.05	1.00	0.74	1.12	0.81	0.87	0,99	0,85

Continúa...

Periodos	Región andina			Región Caribe			Región de la Amazonia			Región de la Orinoquia			Región pacífica			Total		
	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM
2009-2010	1.30	1.02	1.32	1.11	1.11	1.18	1.19	1.10	1.31	1.46	0.85	1.24	1.78	0.84	1.49	1.33	1,01	1,31
2010-2011	0.94	1.04	0.96	1.13	0.94	1.02	1.40	0.78	1.08	0.66	1.61	1.07	0.99	1.00	0.94	0.99	1,02	0,98
2011-2012	0.93	1.04	0.96	0.95	1.05	0.98	0.77	1.26	0.96	0.65	1.27	0.82	0.71	1.58	0.95	0.89	1,14	0,96
Total	1.04	1.06	1.08	1.04	1.06	1.07	1.09	1.05	1.11	0.97	1.20	1.11	1.07	1.11	1.11	1.04	1,07	1,09

Fuente: SNIES (2015).

En el análisis de los cambios en la productividad de las universidades públicas por regiones, se puede observar una clara tendencia hacia el crecimiento de todas durante el periodo de estudio (tabla 7). La región de la Orinoquia obtuvo el mejor desempeño, pues 87.5 %, aproximadamente, de sus instituciones crecieron durante el periodo, seguido de la Amazonia (62.5 %) y la región pacífica (60 %).

Tabla 7. Productividad promedio del modelo de matrícula de las universidades públicas de Colombia durante 2003-2012 (% de universidades)

Regiones	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
Región andina	Creció	66.7	72.2	83.3	33.3	88.9	11.1	88.9	16.7
	Igual	5.6	5.6	16.7	5.6	5.6	11.1	5.6	22.2
	Decreció	27.8	22.2	0.0	61.1	5.6	77.8	5.6	61.1
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Región caribe	Creció	14.3	100	57.1	28.6	85.7	28.6	85.7	71.4
	Igual	14.3	0.0	28.6	0.0	0.0	14.3	14.3	14.3
	Decreció	71.4	0.0	14.3	71.4	14.3	57.1	0.0	14.3
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Región de la Amazonía	Creció	0.0	100	100	0.0	100	0.0	100	100
	Igual	100	0.0	0.0	100	0.0	100	0.0	0.0
	Decreció	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Continúa...

Regiones	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
Región de la Orinoquía	Creció	100	100	100	100	100	0.0	100	100
	Igual	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0.0	0.0
	Decreció	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Región pacífica	Creció	80.0	80.0	100	20.0	80.0	20.0	100	0.0
	Igual	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Decreció	20.0	20.0	0.0	80.0	20.0	80.0	0.0	100
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: SNIES (2015).

CONCLUSIONES

El principal objetivo de este artículo consistió en analizar la eficiencia y los cambios productivos en la cobertura de las 32 instituciones de educación superior pertenecientes al Sistema Universitario Estatal de Colombia durante el periodo 2003-2012. Para tal fin, se empleó el análisis envolvente de datos y el índice de productividad de Malmquist, a fin de analizar los datos sobre matrícula de pregrado y posgrado y el número de docentes de tiempo completo, el gasto en personal administrativo y los recursos financieros y físicos de las 32 universidades incluidas en el análisis.

Los resultados arrojaron que, si bien las eficiencias promedio de las universidades públicas colombianas se situaron por encima de 70 % durante el periodo analizado, se observaron profundas diferencias entre las regiones. En particular, la región andina —que incluye las universidades situadas en Bogotá— tiene los mayores niveles de eficiencia y el mayor número de instituciones eficientes. Por su parte, las universidades de la región caribe y de la Amazonia obtienen las eficiencias promedio más bajas. Un hecho por destacar es que las regiones con mayor desempeño eficiente son aquellas con mayores niveles de cobertura en la educación superior en Colombia.

Respecto del desempeño productivo, se pudo observar un crecimiento promedio de la productividad de 9 puntos porcentua-

les para todas las universidades públicas, resultados atribuibles a mejoras tecnológicas. Cabe destacar que las regiones con crecimientos más elevados son la pacífica, de la Amazonia y de la Orinoquia; sin embargo, fueron las que tuvieron un desempeño más bajo en su eficiencia. Por su parte, la región caribe obtuvo la tasa de crecimiento promedio más baja de todas las regiones, además de tener las eficiencias más bajas, lo cual permite corroborar las grandes diferencias en la gestión universitaria entre el centro y norte del país. Vale la pena señalar también la existencia de una alta variabilidad en los resultados de las instituciones públicas en todos los periodos de análisis, lo cual muestra las diferencias de sus resultados frente a los esfuerzos realizados por las instituciones para incrementar su productividad.

De acuerdo con los resultados anteriores, es menester del MEN emprender las acciones necesarias para garantizar el uso racional de los recursos públicos de cobertura educativa, sobre todo en las universidades públicas ubicadas en las regiones con los resultados más adversos, tales como la región caribe, en cumplimiento de las metas de cobertura trazadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y demás lineamientos estratégicos existentes para el sector educativo y así tratar de garantizar que un mayor número de colombianos pueda acceder a la educación superior y adquirir las competencias necesarias para su desarrollo personal y profesional.

REFERENCIAS

- Abbott, M. y Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: A data envelopment analysis. *Economics of Education Review*, 22(1), 89-97. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(01\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(01)00068-1)
- Abramo, G., Cicero, T. y D'Angelo, C. A. (2011). A field-standardized application of DEA to national-scale research assessment of universities. *Journal of Informetrics*, 5(4), 618-628. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.06.001>
- Ahn, T., Charnes, A. y Cooper, W. W. (1988). Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(6), 259-269. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(88\)90008-0](https://doi.org/10.1016/0038-0121(88)90008-0)

- Altamirano-Corro, A. y Peniche-Vera, R. (2014). Measuring the institutional efficiency using dea and ahp: The case of a mexican university. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(1), 63-71. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)71606-2](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)71606-2)
- Arenas Valencia, W., Soto Mejía, J. A. y Marino Rivera, O. (2004). La evaluación de los grupos de investigación según los indicadores de eficiencia de Colciencias *versus* su evaluación según el análisis envolvente de datos. *Scientia et Technica*, 10(24), 189-19.
- Avkiran, N. K. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 35(1), 57-80. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(00\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(00)00010-0)
- Breu, T. M. y Raab, R. L. (1994). Efficiency and perceived quality of the nation's "top 25" National Universities and National Liberal Arts Colleges: An application of data envelopment analysis to higher education. *Socio-Economic Planning Sciences*, 28(1), 33-45. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(94\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0038-0121(94)90023-X)
- Cano Blandón, R. L. y Ramírez Hernández, L. F. (2007). Descentralización fiscal y eficiencia de los servicios sociales a nivel territorial en Colombia. *Revista Equidad y Desarrollo*, 8(2), 7-24.
- Celik, O. y Ecer, A. (2009). Efficiency in accounting education: Evidence from Turkish Universities. *Critical Perspectives on Accounting*, 20(5), 614-634. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2008.01.007>
- Cervera Muñoz, A., Oviedo García, W. y Pineda Acero, J. (2013). Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo. *Revista Civilizar*, 13(25), 133-156.
- Chakraborty, K., Biswas, B. y Lewis, W. C. (2001). Measurement of technical efficiency in public education: A stochastic and nonstochastic production function approach. *Southern Economic Journal*, 67(4), 889. <https://doi.org/10.2307/1061576>
- Chang, T.-Y., Chung, P.-H. y Hsu, S.-S. (2012). Two-stage performance model for evaluating the managerial efficiency of higher education: Application by the Taiwanese tourism and leisure department. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 11(2), 168-177. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2012.04.003>
- Charnes, A., Cooper, W. W. y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

- Colbert, A., Levary, R. R. y Shaner, M. C. (2000). Determining the relative efficiency of MBA programs using DEA. *European Journal of Operational Research*, 125(3), 656-669. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00275-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00275-1)
- Congreso de la República. Ley 30 de 1992. Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior (28 diciembre 1992).
- CESU (Consejo Nacional de Educación Superior). Acuerdo por lo superior 2034. Propuesta de política para la excelencia de la educación superior en Colombia en el escenario de la paz (agosto 2014).
- Corte Constitucional de Colombia (2010). *Constitución Política de Colombia 1991*. Bogotá: Consejo Superior de la Judicatura.
- Guzmán Ruiz, C., Durán Muriel, D., & Franco Gallego, J. (2009). *Descripción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención*. (Imprenta Nacional de Colombia, Ed.). Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación) (2014). *Orientaciones para realizar la evaluación del desempeño integral municipal, vigencia 2013*. Bogotá: DNP.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación) (2015). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Versión para el Congreso*. Bogotá: DNP. Recuperado de <https://goo.gl/x9MCMu>
- Dundar, H. (1999). Equity, quality and efficiency effects of reform in Turkish higher education. *Higher Education Policy*, 12(4), 343-366. [https://doi.org/10.1016/S0952-8733\(99\)00016-1](https://doi.org/10.1016/S0952-8733(99)00016-1)
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. y Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress and efficiency change in African agriculture. *The American Economic Review*, 84(1), 66-83. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8268.2004.00089.x>
- Gómez Sancho, J. M. (2001). La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas. En J. Gómez García (ed.), *X Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación* (pp. 411-434). Murcia, España: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- González, A., Ramoni, J. y Orlandoni, G. (2017). Eficiencia de las universidades estatales colombianas. *Comunicaciones en Estadística*, 10(2), 83-100.

- Gorgemans, S. y Urbina, O. (2007). *Benchmarking de los centros de atención primaria en la Comunidad de Aragón*. Zaragoza. Universidad de Zaragoza.
- Guzmán Ruiz, C., Durán Muriel, D., & Franco Gallego, J. (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención*. (Imprenta Nacional de Colombia, Ed.). Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Iregui, A. M., Melo, L. y Ramos, J. (2006). Evaluación y análisis de eficiencia de la educación en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 10(1), 21-41. Recuperado de http://www.urosario.edu.co/economia/documentos/v10n1_iregui_melo_ramos.pdf
- Izadi, H., Johnes, G., Oskrochi, R. y Crouchley, R. (2002). Stochastic frontier estimation of a CES cost function: The case of higher education in Britain. *Economics of Education Review*, 21(1), 63-71. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(00\)00044-3](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(00)00044-3)
- Jacobs, R. (2001). Alternative methods to examine hospital efficiency: data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Health Care Management Science*, 4(2), 103. <https://doi.org/10.1023/A:1011453526849>
- Johnes, J. (2006a). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 25(3), 273-288. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2005.02.005>
- Johnes, J. (2006b). Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993. *European Journal of Operational Research*, 174(1), 443-456. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.02.044>
- Johnes, G. y Johnes, J. (2009). Higher education institutions' costs and efficiency: Taking the decomposition a further step. *Economics of Education Review*, 28(1), 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2008.02.001>
- Johnes, J. y Yu, L. (2008). Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis. *China Economic Review*, 19(4), 679-696. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2008.08.004>

- Kosor, M. M. (2013). Efficiency measurement in higher education: Concepts, methods and perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 1031-1038. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.117>
- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W.-M. y Lin, B. J. Y. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5), 893-902. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>
- Maza Ávila, F. J. (2012). *Pertinencia de la oferta educativa de la Zodes Montes de María-Colombia con sus capacidades productivas agrícolas y su potencial agroindustrial* (Tesis de maestría, Universidad de Cádiz, Cádiz, España).
- Maza Ávila, F. J. (2016). *Diseño de políticas públicas para la transformación de las prácticas agrícolas de la región del canal del dique y zona costera-Colombia* (Tesis de doctorado, Universidad de Cádiz, Cádiz, España).
- Maza Ávila, F. J., Quesada Ibargüen, V. M. y Vergara Schmalbach, J. C. (2013). Eficiencia y productividad de la calidad educativa en municipios del departamento de Bolívar-Colombia. *Revista Entramado*, 9(2), 28-39.
- Maza Ávila, F. J., Vergara Schmalbach, J. C. y Navarro España, J. L. (2012). Eficiencia de la inversión en el régimen subsidiado en salud en Bolívar-Colombia. *Investigaciones Andina*, 14(24), 386-400.
- Melo B., L. A., Ramos F., J. E. y Hernández S., P. O. (2014). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Borradores de Economía*, 808.
- MEN (Ministerio de Educación Nacional) (2006). *Plan Decenal de Educación 2006-2016*. Bogotá: MEN.
- MEN (Ministerio de Educación Nacional) (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana: metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención*. Bogotá: MEN.
- MEN (Ministerio de Educación Nacional) (2013). *Lineamientos política de educación superior inclusiva*. Bogotá: MEN. Recuperado de <http://redes.colombiaaprende.edu.co/ntg/men/pdf/Lineamientos.pdf>
- Misas Arango, G. (2004). *La educación superior en Colombia: Análisis y estrategias para su desarrollo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pereira, M. C. y Moreira, S. (2007). A stochastic frontier analysis of secondary education *output* in Portugal. Recuperado de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1398692

- Quesada, V. M., Blanco, I. del C. y Maza, F. J. (2010). Análisis envolvente de datos aplicado a la cobertura educativa en el departamento de Bolívar-Colombia (2007-2008). *Omnia*, 16(3), 77-100.
- Ramos Ruiz, J. L., Moreno Cuello, J., Almanza Ramírez, C., Picón Viana, C. J. y Rodríguez Albor, G. (2015). *Universidades públicas en Colombia: una perspectiva de la eficiencia productiva y capacidad científica y tecnológica*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- Restrepo R., M. I. y Villegas R., J. G. (2007). Clasificación de grupos de investigación colombianos aplicando análisis envolvente de datos. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 42, 105-119. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43004209#>
- Rodríguez Murillo, I. D. (2014). Eficiencia de la educación superior en Colombia: un análisis mediante fronteras. *Revista CIFE*, 16(24), 161-194.
- SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior) (2015). ¿Qué es el SNIES? Recuperado de <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-211868.html>
- Soto Mejía, J., Arenas Valencia, W. y Trejos, Á. (2005). La producción académica como uno de los indicadores del desempeño de las universidades públicas colombianas desde la perspectiva del análisis envolvente de datos. *Scientia et Technica*, 11(28), 109-114. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911707020#>
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis*. Birmingham: Kluwer Academic Publishers.
- Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2015). Gross enrolment ratio by level of education. Recuperado de <http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?queryid=142#>
- Yaisawarng, S. y Ng, Y. C. (2014). The impact of higher education reform on research performance of Chinese universities. *China Economic Review*, 31, 94-105. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2014.08.006>
- Zoghbi, A. C., Rocha, F. y Mattos, E. (2013). Education production efficiency: Evidence from Brazilian universities. *Economic Modelling*, 31, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.11.018>