

Nº 45

AD-MINISTER

UNIVERSIDAD EAFIT · MEDELLÍN · COLOMBIA · JULIO · DICIEMBRE 2024 · ISSN 1692-0279 · E-ISSN: 2256-4322

LUIS GERMÁN BÁEZ MANCERA

JEL: C61, H21, H52, I22

DOI: [https://doi.org/10.17230/
Ad-minister.45.3](https://doi.org/10.17230/Ad-minister.45.3)

www.eafit.edu.co/ad-minister



UNIVERSIDAD
EAFIT[®]

EFICIENCIA FINANCIERA EN LA GESTIÓN DE UNIVERSIDADES PÚBLICAS EN COLOMBIA: ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS CON ENFOQUE EN HOLGURAS PARA EL AÑO 2021

FINANCIAL EFFICIENCY IN THE MANAGEMENT OF PUBLIC UNIVERSITIES IN COLOMBIA: DATA ENVELOPMENT ANALYSIS WITH A FOCUS ON SLACKS FOR THE YEAR 2021

LUIS GERMÁN BÁEZ MANCERA¹

RESUMEN

La investigación analiza la eficiencia técnica de los recursos financieros asignados a universidades públicas en Colombia, proponiendo estrategias de mejora basadas en el análisis de holguras. Su objetivo principal es identificar niveles de eficiencia relativa para optimizar el uso de recursos. Se utilizaron datos de estados financieros de 2021 y se aplicó el modelo Análisis Envoltente de Datos orientado a insumos (DEA-I). Los resultados muestran que el 43.5% de las instituciones son 100% eficientes, mientras que el 56.5% presentan ineficiencia, con una eficiencia promedio del 83.836%, un rango del 35.51% al 100% y una desviación estándar de 21.37%. El estudio sigue un paradigma positivista y un enfoque cuantitativo, permitiendo un análisis objetivo y estadístico de los recursos financieros en el sistema de educación superior pública.

PALABRAS CLAVE

Eficiencia, Economía de la educación, Econometría, Economía Financiera, Métodos cuantitativos.

ABSTRACT

The research analyzes the technical efficiency of the financial resources allocated to public universities in Colombia, proposing improvement strategies based on the analysis of slack. Its main objective is to identify levels of relative efficiency to optimize resource use. Data from 2021 financial statements were used, and the Input-Oriented Data Envelopment Analysis (DEA-I) model was applied. The results show that 43.5% of the institutions are 100% efficient, while 56.5% exhibit inefficiency, with an average efficiency of 83.836%, ranging from 35.51% to 100%, and a standard deviation of 21.37%. The study follows a positivist paradigm and a quantitative approach, allowing for an objective and statistical analysis of financial resources in the public higher education system.

¹ Ph.D., Gerencia y Política Educativa, UBC México: Profesor programa de Administración de Empresas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede Sogamoso. Email: german.baez@uptc.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-6807-2404>.

*La corrección de estilo del presente documento estuvo a cargo de los autores.

JEL: C61, H21, H52, I22

RECIBIDO: 11/04/2024
MODIFICADO: 16/11/2024
ACEPTADO: 15/12/2024

DOI: <https://doi.org/10.17230/Ad-minister.45.3>

KEYWORDS

Efficiency, Economics of Education, Econometrics, Financial Economics, Quantitative Methods.

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior es un pilar fundamental para el desarrollo económico y social de cualquier nación. En Colombia, las universidades públicas desempeñan un rol clave al brindar acceso a educación de calidad a una amplia población, especialmente a estudiantes de bajos ingresos. Sin embargo, el contexto financiero de estas instituciones se caracteriza por limitaciones presupuestarias, dependencia de recursos públicos y desafíos en la gestión eficiente de los recursos disponibles.

El uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA), con un enfoque en holguras, permite identificar ineficiencias específicas en la asignación y uso de recursos en universidades públicas. Este enfoque no solo proporciona una medida cuantitativa de eficiencia relativa, sino que también destaca las áreas donde se pueden realizar mejoras específicas, como la reducción de gastos administrativos o el aumento de la cobertura y calidad académica.

Focalizar el análisis en el año 2021 es particularmente relevante, dado que este período estuvo marcado por los efectos de la pandemia de COVID-19, que generó retos significativos en la gestión financiera y operativa de las universidades. La adaptación a modalidades de enseñanza remota, la caída en los ingresos propios y las demandas crecientes de la población estudiantil exigieron respuestas innovadoras y eficientes en la asignación de recursos.

Este estudio contribuye al debate académico y práctico al proporcionar herramientas y evidencia para los tomadores de decisiones en el sector educativo. Además, fomenta la implementación de políticas basadas en datos para optimizar la gestión de recursos en un contexto donde la eficiencia es crítica para garantizar la calidad y la equidad en el acceso a la educación superior.

La financiación de los gastos en las IES públicas de Colombia de carácter nacional establece que la nación sufraga el 80% de los gastos totales, mientras que las instituciones financian con recursos propios el 20%. Los gastos de funcionamiento representan el 85% y los servicios personales en las nacionales tienen un peso del 78% y en las territoriales del 74%. La inversión en las de carácter nacional es del 15% y en las territoriales es del 11% (Ayala Castro, 2010, p. 93).

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia en la gestión de los recursos financieros asignados a las Instituciones de Educación Superior (IES) estatales de Colombia durante el año 2021, utilizando el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) y el análisis de holguras. Este análisis resulta especialmente relevante ante la constante presión sobre las finanzas públicas del gobierno colombiano, agravada por la crisis financiera global provocada por la pandemia de COVID-19. A nivel mundial, sin excepción, la situación fiscal se ha deteriorado y los niveles de endeudamiento de los gobiernos han aumentado significativamente (CEPAL, 2021).

La gestión pública puede aprender significativamente de la gestión empresarial, ya que ambas enfrentan desafíos similares. Al igual que las empresas del sector privado, la gestión pública, encargada de las principales agencias gubernamentales, debe administrar un conjunto de activos con el objetivo de generar valor público. Este desafío se desarrolla en

entornos dinámicos, lo que exige una administración eficiente e innovadora para maximizar el impacto de dichos activos (Lystbaek et al., 2021, p. 2).

Proporcionar los recursos financieros para la educación superior pública ha sido un tema particularmente delicado, que influye en el logro de muchos objetivos. En este sentido (Izquierdo et al., 2018, p. 185) manifiestan que “aunque el nivel de recursos financieros es fundamental hay quienes han sugerido un umbral de gasto mínimo por alumno para que un país sea capaz de tener una calidad mínima de servicio, cada vez hay más consenso entre los académicos acerca de que, además de tener un umbral de gasto mínimo, saber cómo se gasta es mucho más importante que saber cuánto”.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La educación superior pública desempeña un papel crucial en la economía nacional, lo que hace indispensable un uso eficiente de los recursos. En el contexto actual, marcado por los efectos de la pandemia de COVID-19 y la reducción de fondos públicos, resulta prioritario evaluar la eficiencia en la gestión financiera de las instituciones estatales de educación superior. Este análisis es fundamental para optimizar la asignación de recursos en el sistema educativo.

En su artículo titulado la eficiencia de la asignación de recursos en la educación superior en la India (Guo, 2023) define los recursos educativos superiores en dos categorías: tangibles, como infraestructura y personal, e intangibles, como la marca educativa y la calidad institucional. Estos recursos presentan características distintivas, como su irremplazabilidad, movilidad y la demora en la manifestación de beneficios económicos. Además, su eficiencia está influenciada directamente por factores como las condiciones económicas, las políticas de gestión y los métodos empleados para su asignación.

(Kudła & Stachowiak-Kudła, 2016) Analizan la relación entre la financiación y la calidad de la enseñanza e investigación en las universidades, destacando que las políticas de financiación deben buscar un equilibrio entre las inversiones en docencia e investigación para evitar que las instituciones prioricen únicamente las actividades más rentables, en detrimento de la calidad. (Tran et al., 2022) en su artículo titulado “Does government financial support decrease the inefficiency of public universities? A decomposition approach” evidencian que el sistema de financiamiento de la universidad pública vietnamita debe reformarse para abordar las ineficiencias actuales, priorizando políticas que promuevan la sostenibilidad y calidad educativa.

(Li et al., 2022) abordan la mejora del impacto del presupuesto financiero en el ámbito universitario. Este trabajo integra el modelo comprensivo de fortalecimiento de la gestión presupuestaria para desarrollar un enfoque de gestión del desempeño de la ejecución del presupuesto financiero escolar.

(Sav, 2012) manifiesta que las reformas financieras en la educación superior pública de Estados Unidos están gradualmente sustituyendo las fórmulas de financiamiento vinculadas a la inscripción universitaria por modelos orientados al rendimiento, impulsados en parte por las tasas de graduación.

(Pérez Ortega et al., 2017) destacan la necesidad de que la gerencia universitaria reconsidere su enfoque y promueva la transformación de la universidad para hacer frente a los procesos de cambio. Esto incluye adaptarse a las demandas específicas de cada país, asegurando no solo la mejora y eficiencia en los procesos educativos para satisfacer la

creciente demanda, sino también alcanzar la acreditación institucional. Este último objetivo es crucial para garantizar que las universidades sigan siendo el núcleo central del desarrollo nacional.

(Godonoga & Sporn, 2022) resaltan que, en un entorno de escasez de recursos y competencia, las universidades deben demostrar compromiso social. Por ello, la conceptualización e implementación de la Responsabilidad Social en las universidades ha ganado relevancia en la investigación en Educación Superior. En este mismo sentido (Falle et al., 2016) manifiestan que, ante las crisis actuales y la creciente demanda de una gestión eficiente de los recursos globales, la sostenibilidad y su gestión estratégica se han incorporado rápidamente a las agendas de los directores ejecutivos de las organizaciones públicas a nivel mundial.

El restudio de (Afonso & Fraga, 2023) sobre la eficiencia del gasto público en 20 países latinoamericanos entre 2000 y 2019 revela un aumento en el gasto durante ese periodo. Sin embargo, los resultados muestran que, en promedio, los gobiernos podrían haber logrado los mismos niveles de desempeño con un 27% menos de gasto, evidenciando falta de eficiencia. Además, destaca que los gobiernos podrían haber mejorado su rendimiento en un 18% sin aumentar el nivel de gasto.

(Guevara, 2021), en su documento "Políticas de Financiamiento de la Educación Pública Superior en México: 1982-2012", sostiene que un mayor financiamiento estatal en la educación superior es esencial para impulsar el desarrollo económico y social. Según su análisis, las políticas económicas han subordinado este sector a las prioridades de estabilidad macroeconómica, afectando negativamente su función estratégica en la sociedad del conocimiento.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en el paradigma positivista, ya que busca medir y analizar de manera objetiva la eficiencia en el uso de los recursos financieros en las universidades públicas de Colombia. El enfoque de investigación es cuantitativo, dado que se centra en el análisis de datos numéricos y la aplicación de modelos estadísticos para obtener conclusiones sobre la eficiencia de las instituciones evaluadas.

En cuanto al diseño de investigación, se empleó un diseño no experimental, transversal y descriptivo. El estudio es no experimental, ya que no se manipulan variables, sino que se observan y analizan los datos tal como se presentan. Es de tipo transversal porque los datos se recolectaron en un solo punto temporal, específicamente de los estados financieros correspondientes al año 2021, y se aplica un análisis descriptivo para caracterizar el nivel de eficiencia de las instituciones en función de las métricas obtenidas.

Para el análisis de la eficiencia técnica, se utiliza el modelo Análisis Envolvente de Datos (DEA), con un enfoque basado en insumos. Este modelo permitirá evaluar la eficiencia relativa de las universidades públicas, utilizando como variables los recursos financieros disponibles.

(Charnes et al., 1978) iniciaron el estudio del enfoque no paramétrico para el análisis de la eficiencia relativa de organizaciones con múltiples entradas y múltiples salidas, acuñando el método como Análisis Envolvente de Datos. "DEA se considera una técnica cuantitativa y objetiva que permite analizar las eficiencias relativas de las unidades de toma

de decisiones, ya sean empresas, países, gobiernos, municipios o regiones” (Dos Santos Reis et al., 2011, p. 246).

El método DEA es una técnica de medición de la eficiencia que se basa en la generación de una frontera virtual de producción óptima resultante de la mejor combinación de variables de entrada y salida (Campoverde et al., 2018, p. 4). Se utilizan fracciones obtenidas de problemas de programación lineal para medir la eficiencia de cada unidad (DMU), donde se maximiza o minimiza la función objetivo. Las DMUs por debajo de la frontera se consideran ineficientes, y su nivel de ineficiencia se calcula a partir de la diferencia entre uno y la fracción producto/insumo obtenido. Aquellas DMUs en la frontera con una eficiencia de 1 serán 100% eficientes.

A continuación, se describen brevemente los modelos DEA básicos más utilizados: el modelo CCR, que asume rendimientos constantes a escala (Charnes et al., 1978), y el modelo BCC, que considera rendimientos variables a escala (Banker et al., 1984). El modelo CCR es adecuado para contextos en los que las salidas aumentan de manera proporcional al incremento de las entradas. En contraste, el modelo BCC se aplica a escenarios donde las salidas no crecen de forma proporcional al aumento de las entradas. Cabe destacar que ambos modelos pueden orientarse hacia la minimización de las entradas o la maximización de las salidas, según los objetivos del análisis.

La fórmula fundamental del modelo CRS establece, “la medida de la eficiencia de cualquier DMU se obtiene como el máximo de una ratio entre los outputs y los inputs ponderados, con la condición de que las ratios similares para cada DMU sean inferiores o iguales a la unidad” (Castro, 2020, p. 62).

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{j0}} \\ \text{Sujeto a: } &\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, n \\ &v_r, v_i \geq 0; r = 1, \dots, S; i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

Donde, (y_{rj}, x_{ij}) (todos positivos) son los outputs y los inputs conocidas de la DMU $_j$. El $u_i, v_i \geq 0$ son los pesos que se les son asignados a las variables por parte de la solución que ofrece el modelo de programación.

De acuerdo con (Ortega et al., 2024, p. 7), (Banker et al., 1984) extendieron el modelo CRS original para incluir rendimientos variables a escala (VRS). Considerando que diversas circunstancias, como la competencia imperfecta, las restricciones en el acceso a fuentes de financiación pueden provocar que las unidades no operen a escala óptima (Navarro Chávez et al., 2017, p. 63). La técnica DEA y el modelo VRS (retorno a escala variable) incluye la siguiente condición de convexidad en la construcción del conjunto de posibilidades de producción (Contreras & Domínguez-Gil, 2021, p. 334).

$$\left(\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \right)$$

La expresión del modelo VRS con orientación de entrada es la siguiente:
Minimizar θ

Sujeto a:

$$\text{Minimizar } \theta = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ij_0}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{rj_0} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$j=1, 2, \dots, n$$

$$i=1, 2, \dots, m$$

$$r=1, 2, \dots, k$$

Donde:

x_{ij} es el i -ésimo input ($i = 1, 2, \dots, m$) utilizado por la j -ésima DMU ($j = 1, 2, \dots, n$)

y_{rj} es la r -ésima output ($r = 1, 2, \dots, k$) producida por la j -ésima DMU

θ denota el puntaje de eficiencia de la empresa "0"

"0" representa la empresa que se está evaluando

λ_j es una variable de intensidad que indica la contribución de la DMU j en el cálculo de la eficiencia de la empresa "0" (Tsolas, 2021, p. 5).

Esta investigación adoptó el método DEA BCC orientado al Input (BCC-I), centrado en minimizar el uso de entradas para lograr una producción específica. De acuerdo con (Ramírez Gutiérrez, 2020, p. 66) "el modelo BCC está concebido como una medida de eficiencia con retornos variables. En este procedimiento las unidades a evaluar (DMU's) ineficientes se comparan únicamente con las unidades eficientes que operan en una escala semejante" El modelo BCC-I se enfoca en optimizar el rendimiento de las DMUs al minimizar el uso de entradas, es decir, logra la producción de servicios o productos con el menor nivel posible de recursos o insumos.

La técnica DEA (Data Envelopment Analysis o Análisis Envoltente de Datos) es un método no paramétrico utilizado para evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de entidades similares, denominadas unidades de decisión (UD), que convierten múltiples insumos (inputs) en múltiples productos (outputs). Esta técnica es ampliamente utilizada en la gestión de operaciones, economía y finanzas para medir la eficiencia de organizaciones como hospitales, bancos, universidades, etc.

La eficiencia técnica se refiere a la capacidad de una UD para maximizar los outputs dados unos inputs, o minimizar los inputs dados unos outputs. En el DEA, la frontera de eficiencia es construida por las UD que son consideradas las más eficientes. Las demás unidades se evalúan con respecto a esta frontera. La escala de eficiencia Considera si las UD operan en un tamaño adecuado para optimizar su eficiencia, ya que algunas pueden beneficiarse de economías de escala o sufrir deseconomías de escala.

En el contexto del modelo DEA, los retornos variables a escala (VRS) permiten analizar si una unidad está funcionando en un nivel de producción adecuado para ser eficiente en términos de su tamaño. Esto implica que las UD pueden experimentar. Economías de escala: Cuando un aumento en los inputs conduce a un aumento proporcionalmente mayor en los outputs. Es decir, la eficiencia mejora al aumentar el tamaño de la operación. Deseconomías de escala: Cuando un aumento en los inputs genera un aumento proporcionalmente menor en los outputs. En este caso, el crecimiento de la operación resulta en una menor eficiencia.

Eficiencia a escala óptima: Se da cuando un cambio en los inputs resulta en un cambio proporcional en los outputs, indicando que la operación está en su tamaño óptimo.

4. DATOS Y VARIABLES

Este estudio se fundamenta en los estados financieros del año 2021 de las 33 (IES) públicas de Colombia. La población analizada es finita y corresponde a estas universidades que integran el sistema universitario estatal colombiano. Sin embargo, el análisis se centró en 23 de estas instituciones, debido a que siete no publican sus estados financieros en sus sitios web, y tres presentan datos inconsistentes o negativos.

La cantidad de variables de entrada y salida se determinó siguiendo la norma general propuesta por (Cooper et al., 2006, p. 106). Esta norma sugiere elegir un valor de n que satisfaga la ecuación; $n \geq \text{Max} \{m \times s, 3(m + s)\}$

Donde:

n = número de DMU

m = número de entradas

s = número de salidas

En el presente estudio se cumple con esta condición dado que:

$$23 \geq \text{Max} \{3 \times 2, 3(2+3)\}$$

$$23 \geq 15$$

El análisis de correlación es una técnica ampliamente utilizada para la selección de variables en modelos DEA (Cook & Zhu, 2014, p. 546). En esta investigación, se emplea el coeficiente de correlación de Pearson como criterio para seleccionar las variables que integran el modelo DEA BCC-I, evaluando la relación entre ellas de manera precisa y objetiva. La correlación entre las variables se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1.

Correlación entre variables objeto de estudio IES públicas de Colombia año 2021.

	Eficiencia	Ingreso Operacional	Capital Invertido	Patrimonio	Excedente Operacional	Excedente Ejercicio	
Correlación de Pearson	Eficiencia	1	0,157	0,156	0,225	0,487	0,414
	Ingreso Operacional	0,157	1	0,855	0,79	0,78	0,496
	Capital Invertido	0,156	0,855	1	0,954	0,764	0,428
	Patrimonio	0,225	0,79	0,954	1	0,76	0,516
	Excedente Operacional	0,487	0,78	0,764	0,76	1	0,777
	Excedente Ejercicio	0,414	0,496	0,428	0,516	0,777	1
	Eficiencia	.	0,237	0,239	0,152	0,009	0,025

Sig. (unilateral)	Ingreso Operacional	0,237	.	0	0	0	0,008
	Capital Invertido	0,239	0	.	0	0	0,021
	Patrimonio	0,152	0	0	.	0	0,006
	Excedente Operacional	0,009	0	0	0	.	0
	Excedente Ejercicio	0,025	0,008	0,021	0,006	0	.

Fuente. Elaboración propia

Las variables consideradas en este estudio son:

Inputs

Ingresos Operacionales: Es el flujo de ingresos generado por la actividad principal de una IES pública durante un período de tiempo determinado (anual). Este ingreso se obtiene de las transferencias del gobierno nacional según el presupuesto asignado.

Activo Total: Se refiere al valor total de los recursos económicos, financieros y físicos que posee una empresa o entidad en un momento específico.

Patrimonio: (o capital) lo conforma el conjunto de cuentas que representan la propiedad de la IES pública.

Output

Excedente Operacional: Se refiere al exceso de ingresos generados por una IES pública durante un período determinado, después de descontar todos los costos y gastos operativos.

Excedente del Ejercicio: Se denomina superávit a la cantidad adicional de ingresos que una Universidad pública acumula después de agregar los ingresos no operacionales al excedente operacional, y de restar todos los costos y gastos no operacionales de dicho excedente. La Tabla 2 presenta las cifras en millones de pesos colombianos que intervienen en el modelo BCC-I para el año 2021.

Tabla 2.
Valores variables que interceden en el modelo BCC-I.

DMU	Cifras en millones de pesos colombianos				
	(I)Ingreso Operacional	(I)Capital Invertido Total	(I)Patrimonio	(O)Excedente Operacional	(O)Excedente Ejercicio
1	1,123,538.84	1,978,220.84	1,463,158.69	104,983.10	110,075.32
2	198,861.02	750,571.12	289,781.18	24,362.92	27,597.02
3	273,603.45	554,808.78	444,156.80	2,891.88	4,805.78
4	245,458.95	743,437.99	173,028.52		

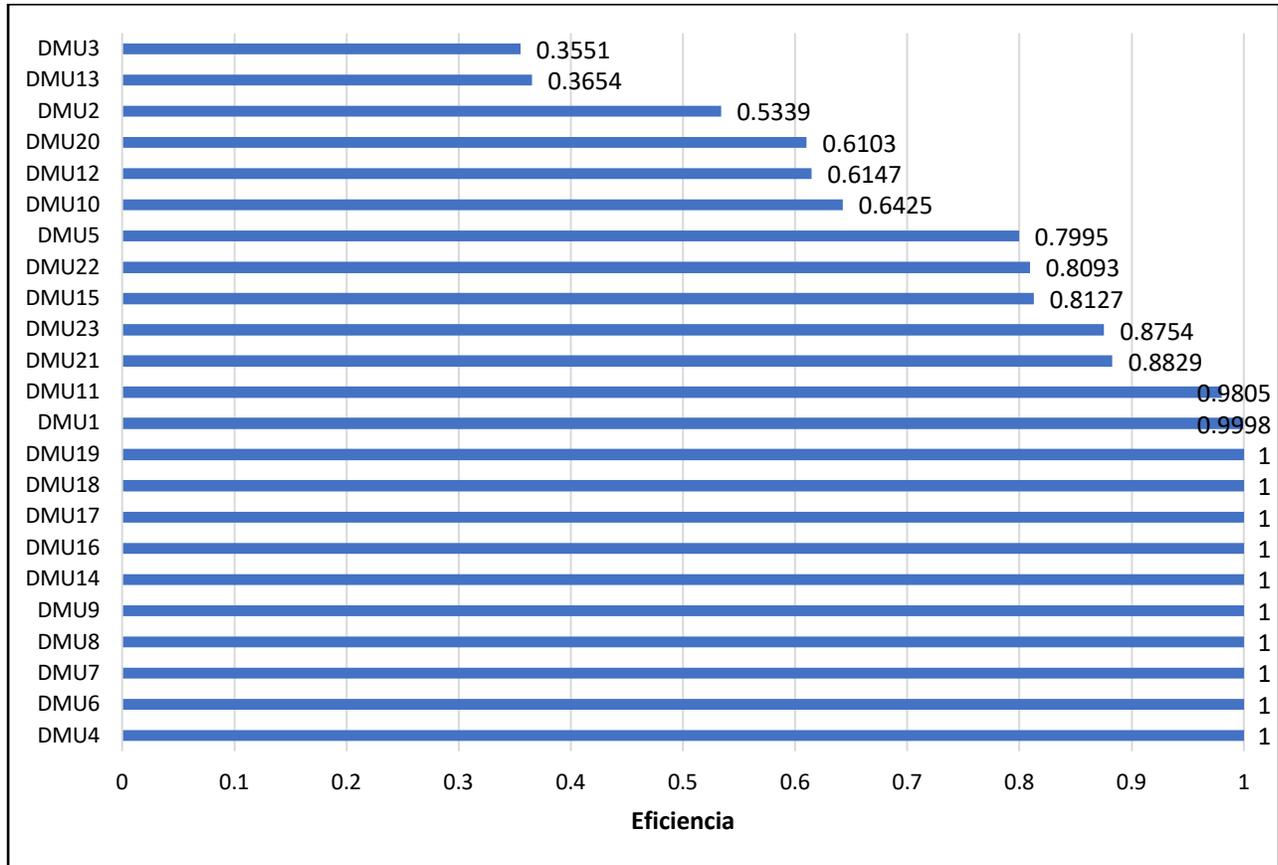
				91,567.27	48,866.90
5	108,989.93	397,975.25	374,504.01	9,918.10	14,101.19
6	91,782.17	179,378.74	159,777.45	12,350.13	13,438.10
7	87,136.85	190,781.99	177,017.13	15,653.67	14,963.55
8	91,599.25	168,129.10	161,551.42	32,651.35	29,473.95
9	269,051.79	812,370.90	85,413.63	72,242.71	74,423.41
10	173,670.42	302,939.24	245,885.64	12,738.66	11,901.88
11	139,220.43	214,499.14	159,243.33	11,356.13	11,790.44
12	141,743.53	378,353.79	344,265.80	10,552.75	11,664.24
13	574,053.01	2,577,436.37	871,858.33	43,300.03	60,687.35
14	370,319.83	4,356,589.01	3,115,472.64	99,207.40	109,820.41
15	111,337.96	350,905.63	292,461.99	25,707.39	25,853.63
16	431,930.63	1,987,278.05	1,447,673.94	140,215.47	85,651.49
17	272,077.38	726,480.85	693,704.28	76,430.86	78,970.95
18	403,590.76	704,794.29	451,753.19	111,893.46	106,627.26
19	1,583,624.86	8,183,637.76	3,844,494.83	192,753.42	50,592.62
20	145,237.93	401,492.54	381,883.21	17,384.67	19,840.47
21	100,807.78	232,869.63	192,636.19	3,200.81	4,010.19
22	134,337.15	234,027.60	195,958.85	234.76	3,349.32
23	278,981.70	958,318.21	902,893.40	73,897.75	67,015.07

Fuente. Elaboración propia.

5. RESULTADOS

Según los resultados obtenidos al aplicar el modelo DEA BCC-I (Figura 1), el 43,5 % de las IES públicas de Colombia fueron 100 % eficientes en la gestión de recursos financieros, mientras que el 56,5 % resultaron ineficientes. La eficiencia promedio fue del 83,84 %, con una eficiencia máxima del 100 %, una mínima del 35,51 % y una desviación estándar de 21,37 %. Estos hallazgos evidencian que un alto porcentaje de universidades públicas presenta ineficiencias en la administración de sus recursos financieros, lo que implica una pérdida de valor público y social. Esto sugiere que los recursos estatales destinados a la educación superior podrían gestionarse de manera significativamente más eficiente, alineándose con el objetivo misional de generar mayor valor social.

Figura 1. Puntuación eficiencia BCC-I Universidades Públicas de Colombia año 2021.

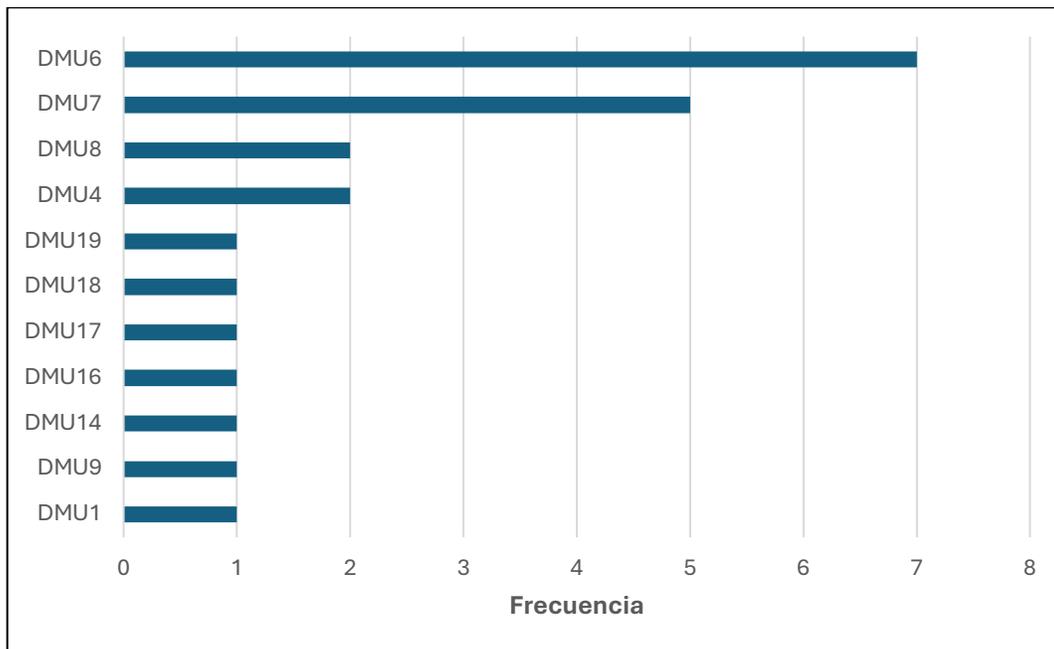


Fuente. Elaboración propia.

5.1 UNIDADES DE REFERENCIA

Como lo muestra la figura 2 la DMU 6 es la unidad de referencia con mayor frecuencia (sirve de referencia de otras 7 IES estatales). Le siguen las DMU 7 con 5 referencias. En la parte inferior de la figura 3 están las universidades que aparecen solo una vez como unidad de referencia y, por lo tanto, pueden no ser un buen ejemplo de desempeño. Las unidades eficientes que aparecen en un solo conjunto de referencia pueden tener una combinación inusual de entradas y salidas y, como tal, pueden no dar un ejemplo de mejores prácticas operativas para considerarse referencia. Sin embargo, pueden estar haciendo algo nuevo, innovador, diferente y digno de indagación. La DMU 6, que aparece en la mayoría de los conjuntos de referencia, se llama líder global, que se desempeña bien en comparación con otras universidades estatales y se deberá aprender de sus prácticas de gestión para aumentar la eficiencia técnica.

Figura 2. Frecuencias de referencia universidades públicas de Colombia año 2021.



Fuente. Elaboración propia.

5.2 ANÁLISIS DE HOLGURAS

Entre las ventajas del método DEA BCC-I se destaca su capacidad para facilitar el análisis de holguras. Este análisis resulta fundamental para identificar las variables en las que se deben concentrar los esfuerzos de mejora, con el objetivo de optimizar la eficiencia técnica en la gestión de los recursos financieros.

El análisis de holguras es una técnica utilizada principalmente en la optimización y el análisis de eficiencia, y es común en contextos como:

Optimización de recursos (Programación Lineal): En modelos de programación lineal, las holguras son las diferencias entre el lado derecho de las restricciones y el valor alcanzado por estas en la solución óptima. Pueden ser interpretadas como recursos no utilizados o como capacidad excedente.

Holgura positiva: Indica que hay recursos sobrantes o restricciones no limitantes.

Holgura nula: La restricción es activa, es decir, se utiliza toda la capacidad disponible.

Holgura negativa: Señala que una restricción es vulnerada (en caso de problemas no factibles).

Análisis de eficiencia (DEA): En este contexto, las holguras reflejan ineficiencias en la asignación de recursos o en la generación de productos.

Input Slack: Exceso en el uso de recursos para lograr un nivel de producción.

Output Slack: Potencial de aumento en la producción dado el nivel actual de recursos.

Tabla 3. Proyecciones holguras Inputs e Outputs IES estatales de Colombia Año 2021 en millones de COP.

DMU	Holguras				
	Ingreso Operacional	Capital Invertido Total	Patrimonio	Excedente Operacional	Excedente Ejercicio
1	-	-	22.25	3.25	-
2	-	176,028.12	-	4,496.74	-
3	432.74	-	-	11,125.12	10,329.59
4	-	-	-	-	-
5	-	127,395.77	122,395.56	5,735.41	862.21
6	-	0.08	-	0.05	-
7	-	0.33	0.25	0.02	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	15,528.45	-	-	1,055.51	3,006.60
11	36,061.06	-	-	3,921.64	4,628.71
12	-	41,810.64	34,619.97	5,100.76	3,299.16
13	-	377,675.24	-	16,906.30	-
14	-	12.43	8.33	0.08	-
15	-	111,404.41	72,277.55	2,703.08	-
16	-	0.13	9.78	-	-
17	-	-	0.37	0.06	-
18	-	-	-	-	-
19	6.03	40.15	-	-	1.79
20	-	61,856.69	61,238.55	3,981.91	-
21	-	19,410.29	-	11,123.91	10,339.62
22	14,134.03	-	-	13,064.36	11,055.08
23	-	-	151,855.10	-	-

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la información presentada en la tabla 3, las DMU10, DMU11 y DMU22 registran exceso de ingresos operacionales de 15,528.45 millones de COP, 36,061.06 millones de COP y 14,134.03 millones de COP, respectivamente. Por su parte, las IES DMU2, DMU5, DMU13 y DMU15 muestran un excedente en el capital invertido de 176,028.12, 127,395.77, 377,675.24 y 111,404.41 millones de COP, respectivamente.

En cuanto al patrimonio, la DMU5, DMU12 y DMU15 registran un exceso de 122,395.56, 34,619.97 y 72,277.55 millones de COP, respectivamente. Por último, se destaca que las DMU3, DMU5, DMU10, DMU11, DMU12, DMU19, DMU21 y DMU22 cuentan con Excedente operacional suficiente para cubrir tanto sus gastos operacionales como no operacionales, generando un excedente neto, indicando así un superávit en sus ingresos operacionales.

5.3 VARIABLES EXPLICATIVAS DE LA EFICIENCIA FINANCIERA

Para evaluar las variables determinantes de la eficiencia financiera, se empleó un modelo de regresión lineal múltiple. Esta metodología fue seleccionada debido a la naturaleza cuantitativa de las variables utilizadas, tanto como insumos (inputs) como salidas (outputs) en el análisis DEA.

La regresión lineal múltiple examina la relación entre una variable dependiente métrica y múltiples variables independientes, también métricas. Su propósito es predecir el comportamiento de la variable dependiente seleccionada por el investigador, utilizando las variables independientes como predictores. El modelo se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+\dots+b_kX_k+u$$

Los coeficientes b_1 , b_2 , ..., b_k denotan la magnitud del efecto que las variables independientes (explicativas) tienen sobre la dependiente Y . El coeficiente b_0 es un término constante del modelo y u es el error del modelo (Baños et al., 2019, p. 3).

Tabla 4.
Regresión lineal múltiple y Coeficientes Beta.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados
	B	Desv. Error	Beta
(Constante)	,747	,063	
Ingreso Operacional	-1.68E-04	,000	-,281
Capital Invertido	-1.31E-04	,000	-1,111
Patrimonio	1.59E-04	,000	,711
Excedente Operacional	5.19E-03	,000	1,263
Excedente Ejercicio	-1.87E-03	,000	-,320

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 4 se muestran los resultados de la aplicación de la regresión lineal múltiple que logró prever con calidad el impacto de las variables aplicadas en el método DEA, así como su relación con la variación en la eficiencia de la gestión financiera. Este estudio proporciona información significativa al demostrar cómo las variables de Ingreso Operacional, Capital Invertido y Excedente del Ejercicio influyen negativamente en la eficiencia financiera, mientras que las variables Patrimonio y Excedente Operacional tienen un efecto positivo en la eficiencia financiera de las Universidades públicas de Colombia.

En este contexto, es crucial que los gestores financieros de las (IES) públicas en Colombia enfoquen sus esfuerzos en la reducción de gastos operacionales y no operacionales. Esta

estrategia resulta fundamental para mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos financieros. El objetivo principal es maximizar los resultados (outputs) utilizando los mismos recursos (inputs), garantizando así un manejo responsable de los fondos provenientes de los impuestos pagados por la ciudadanía, que el gobierno destina al sistema de educación terciaria pública.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación y del análisis de sensibilidad indican que las universidades públicas en Colombia tienen la responsabilidad social de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos financieros asignados. Para lograrlo, es crucial implementar estrategias como: Reducir las inversiones en activos improductivos, Optimizar la estructura de capital, Minimizar los costos y gastos operativos y no operativos, Gestionar eficazmente los ingresos tanto operativos como no operativos. Estas acciones contribuirán a una mejora constante en la eficiencia y a la generación de valor público en bien de la población colombiana.

Los resultados de esta investigación también son relevantes en la formulación de políticas gubernamentales ya que brindan la posibilidad de contemplar la asignación de recursos financieros según la eficiencia en su utilización. Además de suministrar información esencial a los encargados de la toma de decisiones, contribuyen a una comprensión más profunda del verdadero desempeño de las universidades públicas con respecto a los recursos financieros asignados. Asimismo, se abre la oportunidad de identificar las variables clave que requieren atención para mejorar el rendimiento y administrar de manera más eficiente el presupuesto destinado a la educación superior pública en Colombia. Estos hallazgos ofrecen una base sólida para la toma de decisiones informadas y estratégica en el ámbito de las políticas educativas.

Los estudios de evaluación comparativa, realizados a través de la aplicación de DEA, abren oportunidades para que los administradores de las IES ineficientes aprendan de aquellas IES que demuestran eficiencia, utilizándolas como puntos de referencia para adoptar mejores prácticas de gestión financiera. De este modo, pueden desarrollar estrategias destinadas a mejorar su desempeño en la gestión de los recursos financieros asignados. Como se evidencia en esta investigación, las mejoras en la eficiencia pueden conferir ventajas competitivas a las IES públicas, ya que compiten entre sí para atraer más recursos y estudiantes. Dichos factores son considerados por los estudiantes al elegir una universidad pública en particular. Por lo tanto, el aprendizaje y la implementación de prácticas eficientes pueden influir directamente en la posición competitiva y la atracción de recursos para estas instituciones.

REFERENCIAS

- Afonso, A., & Fraga, G. B. (2023). Government spending efficiency in Latin America. *Empirica*, 51(1), 127-160. <https://doi.org/10.1007/s10663-023-09599-4>
- Ayala Castro, M. V. (2010). Financiamiento de la educación superior en Colombia reflexiones para un próximo futuro. *Revista de la educación superior*, 39(156), 89-102.

- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Baños, R. V., Torrado-Fonseca, M., & Álvarez, M. R. (2019). Análisis de regresión lineal múltiple con SPSS: un ejemplo práctico. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1-10-11-10.
- Campoverde, J. A., Romero Galarza, C. A., & Borenstein, D. (2018). Evaluación de eficiencia de cooperativas de ahorro y crédito en Ecuador: Aplicación del modelo Análisis Envoltante de Datos DEA. *Contaduría y Administración*, 64(1). <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1449>
- Castro, D. Y. R. (2020). *El enfoque sistémico y su aplicación en la evaluación del sector privado de la Educación Superior* [Universidad de Deusto].
- CEPAL, N. (2021). Financiamiento para el desarrollo en la era de la pandemia de COVID-19 y después.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Contreras, I., & Domínguez-Gil, C. (2021). A DEA-inspired model to evaluate the efficiency of education in OECD countries. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 31, 329-346.
- Cook, W. D., & Zhu, J. (2014). *Data envelopment analysis: A handbook of modeling internal structure and network*.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*. Springer Science & Business Media.
- Dos Santos Reis, B. M. S., Ferreira, W. R., Fortes, M., & Bahia, E. T. (2011). Análise comparativa entre investimentos e benefícios gerados pelo turismo nos países latinoamericanos por meio da análise por envoltória de dados-dea. *Turismo-Visão e Ação*, 13(2), 244-259.
- Falle, S., Rauter, R., Engert, S., & Baumgartner, R. (2016). Sustainability Management with the Sustainability Balanced Scorecard in SMEs: Findings from an Austrian Case Study. *Sustainability*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/su8060545>
- Godonoga, A., & Sporn, B. (2022). The conceptualisation of socially responsible universities in higher education research: a systematic literature review. *Studies in Higher Education*, 48(3), 445-459. <https://doi.org/10.1080/03075079.2022.2145462>

- Guevara, I. (2021). *Políticas de financiamiento de la educación pública superior en México: 1982-2012* (I. d. i. económicas, Ed. Primera ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guo, H. (2023). The Efficiency of Resource Allocation in Higher Education in India Based on Dea-Tobit Model. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 8(2), 1837-1850. <https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00287>
- Izquierdo, A., Pessino, C., Vuletin, G., & de Desarrollo, B. I. (2018). *Mejor gasto para mejores vidas: cómo América Latina y el Caribe puede hacer más con menos* (Vol. 10). Inter-American Development Bank.
- Kudła, J., & Stachowiak-Kudła, M. (2016). Quality of Teaching and Research in Public Higher Education in Poland: Relationship with Financial Indicators and Efficiency. *Journal of Management and Business Administration. Central Europe*, 24(4), 88-108. <https://doi.org/10.7206/jmba.ce.2450-7814.184>
- Li, H., Guo, Y., & Li, Q. (2022). Performance Management of University Financial Budget Execution Relying on Comprehensive Budget Management Strengthening Model. *Advances in Multimedia*, 2022, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2022/4758609>
- Lystbaek, C. T., Holmgren, J., & Friis, O. (2021). Why do we need strategy in public management? Institutional logics as strategic resources in public management. *International Public Management Review*, 21(2), 1-17.
- Navarro Chávez, J. C. L., Gómez Monge, R., & Torres Hernández, Z. (2017). Universities in Mexico: a measure of its efficiency through data envelopment analysis with bootstrap. *Acta Universitaria*, 26(6), 60-69. <https://doi.org/10.15174/au.2016.911>
- Ortega, O. V. D., Chávez, J. C. L. N., & Martínez, G. C. (2024). Eficiencia de la educación secundaria en México, 2010-2017: Un estudio a nivel municipal a través del análisis de la envolvente de datos. *Perfiles Latinoamericanos*, 32(63).
- Pérez Ortega, G., Jiménez-Valdés, G. L., & Romo-Morales, G. (2017). Caracterización del liderazgo transformacional de los directivos de instituciones de educación superior. Caso de estudio en una universidad del departamento de Antioquia (Colombia). *Entramado*, 13(1), 48-61. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25137>
- Ramírez Gutiérrez, Z. (2020). *Eficiencia y Rankings en la gestión pública universitaria. Modelos de medición y comparación a través del Análisis Envolvente de Datos*
- Sav, G. T. (2012). Four-Stage DEA Efficiency Evaluations: Financial Reforms in Public University Funding. *International Journal of Economics and Finance*, 5(1). <https://doi.org/10.5539/ijef.v5n1p24>

- Tran, T., Thanh, H. T., Van Le, D., Phuong, T. T. T., & Lan, P. N. (2022). Does government financial support decrease the inefficiency of public universities? A decomposition approach. *Finance Research Letters*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102651>
- Tsolas, I. E. (2021). Firm Credit Scoring: A Series Two-Stage DEA Bootstrapped Approach. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/jrfm14050214>