

Análisis de la Eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022

Nombres

David Andres Puentes Prieto

Yineth Daniela Rugeles Bastos

Directora

Angie Marcela Orjuela Ortiz

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Facultad de administración y economía

Programa de economía

BOGOTÁ D.C

Noviembre 2023

Contenido

Análisis de la Eficiencia la eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022	3
Introducción	4
Pregunta problema	5
Objetivos.....	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	6
Marco Conceptual.....	6
Provisión de bienes esenciales: la educación como desarrollo.....	6
La educación como desarrollo.	7
Calidad educativa	8
Marco literario (Antecedentes)	10
Eficiencia en la calidad educativa: análisis global.....	10
Eficiencia en la calidad educativa: análisis colombiano.	14
Metodología.....	20
Hechos estilizados	21
Análisis de eficiencia.....	27
Modelo DEA.....	27
Índice de Malmquist.....	31
Modelo Tobit	32
Resultados.....	33
Conclusiones.....	45
Referencias	46

Análisis de la Eficiencia la eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022

Resumen

Este documento analiza la eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022. Se propone medir la eficiencia del gasto público en educación a través del cálculo de un índice de eficiencia bajo la metodología del análisis envolvente de datos DEA y contrastar los resultados con variables relevantes en términos socioeconómicos que afecten la eficiencia en la calidad de la educación; por medio de un modelo probabilístico truncado tipo Tobit. De la estimación de resultados se puede concluir que el 64% de las universidades son ineficientes dentro del periodo investigado según la metodología DEA, además según el modelo Tobit se concluye que las variables socioeconómicas afectan los niveles de eficiencia en la calidad de las universidades públicas.

Clasificación JEL: H21, I20, I21, I23.

Palabras Clave: Educación, eficiencia, Calidad educativa.

Summary

This document analyzes the efficiency of public spending on the quality of higher education in Colombia for the period 2017-2022. It is proposed to measure the efficiency of public spending on education through the calculation of an efficiency index under the DEA data envelopment analysis methodology and contrast the results with relevant variables in socioeconomic terms that affect efficiency in the quality of education; through a truncated Tobit-type probabilistic model. From the estimation of results, it can be concluded that 64% of the universities are inefficient within the period investigated according to the DEA methodology, and according to the Tobit model it is concluded that socioeconomic variables affect the levels of efficiency in the quality of public universities.

Introducción

“La educación es considerada uno de los bienes necesarios para la productividad de un país y el crecimiento económico del mismo” (Becker, 1964), tener educación de calidad fomenta la formación de capital humano, incentiva a la población al desarrollo en entornos de proyección social y contribuye a la formalización del entorno económico y social del individuo. en consecuencia es imperativo que se establezca una distribución adecuada a los recursos públicos destinados para “los bienes necesarios¹” como lo es la educación, teniendo en cuenta que una distribución adecuada de los recursos no solo proporcionaría habilidades básicas necesarias para la formación de un estudiante sino además volvería a cada individuo un agente económico más cualificado y competitivo para el crecimiento económico de una nación. (Ahumada De La Rosa, Gambo & Guerrero, 2018)

En Colombia el gasto público en educación es un tema de discusión y más específicamente la educación superior, debido a los estallidos sociales en el marco de las protestas 2017-2022 consecuencia de la inconformidad de los estudiantes por la falta de financiamiento en las universidades públicas, la agenda pública tuvo un cambio drástico en interés con su relación a uno de sus principales promotores, los estudiantes. Para el año 2022 del presupuesto general de la nación (PGN), el Ministerio de Educación se convirtió en el sector con más presupuesto siendo de 49,4 billones de pesos colombianos (MinHacienda, 2021). Con el aumento en inversión en el sector educativo, se debe tener en cuenta cómo se administran los recursos otorgados por el Gobierno desde las instituciones públicas, pues dicha inversión debe ser eficiente, en la cual debe haber un seguimiento a esta para ver resultados óptimos, a fin de alcanzar los objetivos educativos y financieros, pues la educación es el medio más efectivo que la sociedad posee para enfrentar los retos del futuro (UNESCO, 2008).

¹ Bienes con intereses colectivos suministrados por el estado por medio del gasto público, que otorgan a la ciudadanía acceso a la calidad de vida

La preocupación por la calidad educativa no solo se debe medir bajo el presupuesto que se le asigna a esta y como lo distribuye, en primera instancia es necesario hacer el análisis anteriormente mencionado para determinar la eficiencia presupuestal que se refiere a la capacidad de maximizar el beneficio educativo, dados los recursos invertidos en el sistema educativo, además la calidad educativa tiene en cuenta más variables, como son la docencia, proyección social y la investigación, (Erazo, 2013) junto con variables socioeconómicas que afectan la eficiencia en la calidad educativa. El presente documento tiene como objetivo analizar la eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022, debido a que en este período se presentó un cambio de dirección estatal, sumado a las protestas sociales presentadas.

El documento presenta ocho partes iniciando con la introducción, en la segunda sección se discute un marco teórico para proponer ciertas definiciones de la literatura económica necesarias para abordar el problema desde una mirada más investigativa, posteriormente, se realiza una revisión de la literatura donde nos remitimos a autores que ahondan sobre temas de educación y como ha sido en proporción de eficiencia al gasto público con miras hacia la calidad y cobertura, en la cuarta sección apoyadas en dicha revisión y las secciones precedentes se introduce a la metodología dada por el modelo de análisis de datos envolventes DEA y el modelo Tobit en datos tipo panel, seguido se introduce la sección sobre el análisis de resultados obtenidos por la investigación y finalmente, en la última sección se crean algunas reflexiones sobre los impactos de la eficiencia educativa en términos de calidad y lo que se requiere en la nación colombiana.

Pregunta problema

¿Cuál fue la eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022?

Objetivos

Objetivo General

- Analizar la eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022

Objetivos Específicos

- Analizar la dinámica de los montos asignados de la educación superior pública en Colombia de los presupuestos generales de la nación durante los periodos 2017 y 2022.
- Establecer los indicadores de eficiencia y calidad educativa para las universidades públicas de Colombia durante el periodo investigado
- Determinar la eficiencia presupuestal en la calidad de la educación superior pública mediante un modelo DEA contrastando los resultados con variables en la calidad por medio de un modelo probabilístico Tobit truncado.

Marco Conceptual

Provisión de bienes esenciales: la educación como desarrollo.

Bajo la visión neoclásica de la economía y que predomina en la actualidad, esta funciona en un mercado que se autorregula y satisface las necesidades de todos los consumidores, sin embargo, los fallos de mercado son más comunes de lo que se esperaría para los planteamientos base del funcionamiento de la economía (Mankiw,2012). Una de las fallas que posee es la imposibilidad de cubrir todas las necesidades de los agentes económicos por diversas razones como: la capacidad adquisitiva, entorno social, perspectiva individual entre otros, además de las barreras que puede crear el mercado para la provisión de bienes esenciales. (Musgrave, 1939). Los bienes esenciales o bienes sociales son aquellos bienes o servicios que resultan indispensables para la supervivencia de las personas y que se vuelven parte vital para el desarrollo común de los seres humanos, dicha provisión de los bienes sociales en la actualidad no se direcciona como un gasto individual, sino que se entra en el campo de lo colectivo siendo redirigida a una provisión de bienes esenciales pública (Musgrave, 1971).

Musgrave (1939), sugiere un análisis en la economía pública para los bienes esenciales en términos de planificación económica, así proporcionando un modelo más

adecuado del proceso de provisión para estos, especifica en términos conceptuales cómo las sociedades tienden a demandar ciertos tipos de proyectos que no cumple la demanda privada, este tipo de proyectos se dan para que la sociedad esté dispuesta a satisfacer ciertos beneficios o transferir ingresos que permitan un mayor desarrollo en un futuro en cuanto a educación, salud y productividad. Por esto el reto más importante es entender la asignación de recursos y como esta se interpone en cubrir y priorizar los bienes esenciales así generando una asignación eficiente de recursos para el mercado y la sociedad.

Dicha asignación de bienes y servicios se genera con intereses colectivos recibidos en gran medida para el gasto público que es recaudado por impuestos, aquellos que otorga la ciudadanía para que los bienes sociales que goza puedan suministrarse, dichos impuestos son gestionados por el estado, Desempeñando un rol fundamental, los impuestos sirven para potenciar la economía del país y a su vez poder costear el acceso a servicios públicos como la salud, la seguridad, transporte y la educación. (Mokate & Castro, 2003).

La educación como desarrollo.

La educación ²es considerada uno de esos bienes necesarios para la productividad de un país, Becker, (1964) conceptualiza la educación como un aporte al capital humano que genera frutos en un futuro, dicho capital humano se refiere a la capacidad que puede generar un agente económico para la economía en términos de riqueza. Por su parte, el capital físico es aquel que se puede obtener con mano de obra, mientras que el capital humano es virtud de aquella creación que puede beneficiar un proceso económico en el cual se usan destrezas como conocimiento, productividad y enfoque. Es por lo que la educación determina la creación de capital humano siendo que, a mayor educación, la productividad de los individuos aumenta y le permite el acceso a un salario mayor.

Para alcanzar metas de una mejora en la productividad se debe tener en cuenta los costes dados de obtener la formación o educación, Becker, (1990) cuestiona los gastos incurridos de permanecer en la educación, pues describe a las personas que están formándose como población económicamente inactiva y simplifica los costos de no recibir

² La educación se difiere de otros bienes esenciales pues, es un bien intangible en la sociedad, no se le puede retribuir un valor monetario exacto o cuantificar dado que el conocimiento que recibe el individuo genera un beneficio individual del cual se espera se den beneficios en la sociedad a futuro.

una renta por obtener en el futuro un mejor salario. De ahí es entendible que el gasto público suministre bienes sociales en pro de la educación con la idea de que no se incrementen los costos para una persona que decida estudiar para aportar a la economía en un futuro. Además, resalta la educación como principal producto del capital humano, la formación no sólo se refleja en una retribución a futuro más amplia en el salario del individuo, sino además plantea un papel en el desarrollo, la distribución y el crecimiento económico.

El desarrollo en el capital humano necesita un manejo impecable del estado, la inversión necesaria para el capital humano conlleva a una mejora de rendimientos económicos y externalidades positivas para el desarrollo mundial, la educación y la formación mejoran la capacidad de un individuo en asimilar y utilizar información con lo cual la experiencia en la toma de decisiones acertadas se amplía al momento de interactuar en la economía. Ahora bien, la educación no es solo una inversión que debe garantizar el estado, pues, no basta con cubrir la educación a cabalidad, sino que esta debe tener estándares y debe ser atribuida a procesos de calidad que la lleven a dar esos rendimientos económicos esperados. (Cardona, et al, 2007).

En contraparte Marginson, (2018), especifica como la educación superior transita como un bien público de mayor impacto, debido a que la provisión de la educación de este nivel alimenta el capital humano, enriquece a la comunidad e impulsa la sociedad en el área de conocimiento, desarrollo e impacto socioeconómico. Su distribución conlleva a un bienestar igualitario, además quita limitaciones existentes entre la sociedad, no solo retoma la idea de la creación de educación hacia la perspectiva laboral, sino que critica el campo que tiene por ser limitante, pues si solo se tiene en cuenta a la educación como desarrollo laboral se elimina el desarrollo de ideas dadas hacia campos culturales y sociales, la educación como bien público es flexible y transitable en distintos niveles sociales, económicos y culturales.

Calidad educativa

El financiamiento destinado a la educación con la manera en la que se distribuyen los recursos generados implica, no solo una incidencia en el operativo de la contabilidad nacional sino estándares educativos con dichos recursos. Musgrave (1939) menciona la

importancia de los bienes y servicios esenciales para el desarrollo, por su parte Becker explica él porque es necesaria la educación en el desarrollo del capital humano y su financiación, sin embargo; ninguno determina la calidad como un punto necesario para el mismo desarrollo de los bienes esenciales, Mincer, (1974), proporciona la educación de calidad con la capacitación o el nivel de aprendizaje en base al aumento de ingresos, con lo cual a mayor calificación o experiencia necesaria en un área mejor será el salario asignado. Dando a la calidad educativa un valor agregado desde la percepción del capital humano y los recursos esenciales.

La Calidad Educativa para la UNESCO, (2008), se describe como el enfoque de los esfuerzos en conjunto para proporcionar insumos efectivos que orientan el desarrollo de políticas para una mejor educación, es decir que los recursos que se invierten cuenten con estándares acreditados con el fin de suministrar un eficiente uso de recursos en ambos sentidos tanto para el estado, quien da los recursos como para el receptor que lo convierte en capital humano. Así la calidad educativa lleva un seguimiento de la inversión dada y la administración obtenida por el estado para finalmente obtener un resultado óptimo de la evaluación que da carácter a la calidad educativa.

La evaluación de la calidad educativa se distribuye desde dos perspectivas, en primer lugar, solamente se ha optado por obtener una Calidad Educativa desde un resultado numérico que se obtiene a través de los resultados de los estudiantes en pruebas estandarizadas cuantificables para una medición, (Ahumada De La Rosa, et al, 2018). Su segunda variante habla de la calidad educativa desde una perspectiva contemporánea, donde se debe generar un entorno de Calidad Educativa para componentes sociales, económicos, filosóficos, curriculares y pedagógicos, en donde se suministre desarrollo y cooperación en las instituciones educativas, para el caso universitario donde las funciones colectivas crean desarrollo y pensamiento crítico, lo que para los estudiantes se muestra en esquemas cuantificables que se asocian a la eficiencia académica (Morales, et al, 2016).

Retomando la educación superior, específicamente las universidades, se conceptualiza la calidad de la educación a partir de tres componentes: la investigación, proyección social y docencia; la investigación por su parte administra el pensamiento lógico y crítico y genera la construcción de conocimiento; la proyección social mejora la

calidad humana e incentiva estándares para la Universidad dados finalmente en la acreditación universitaria; y la docencia genera la formación y disciplina de conocimientos en los estudiantes.(Ahumada De La Rosa, et al , 2018).

En síntesis, la incidencia del gasto público desde una perspectiva económica ayuda a comprender el paso a seguir desde la eficiencia educativa que se puede reconocer como calidad en la educación no solamente desde la perspectiva de la Calidad Educativa en la Universidad sino también desde la respuesta que se le debe dar a los estudiantes. este análisis descriptivo de conceptos genera una visión más general para centralizarse finalmente en una revisión de literatura que se llevará a cabo a continuación.

Marco literario (Antecedentes)

En la siguiente sección se analizan los casos e investigaciones recientes respecto a la eficiencia de la educación que no solamente dan una mirada a la educación superior, sino generan un análisis más macro desde los distintos niveles de educación. La recopilación de textos hace un análisis de la eficiencia educativa global por distintos autores, de ahí abordamos la eficiencia educativa en Colombia desde la primaria y secundaria también se menciona el contexto legal sobre las políticas educativas en Colombia, finalmente investigaciones que ilustraran la eficiencia de la calidad educativa desde una perspectiva más metodológica.

Eficiencia en la calidad educativa: análisis global.

Para una perspectiva de América Latina, Nina et al, (2006), realizan un análisis de la asignación del gasto público para la educación en Bolivia, con el propósito de determinar el equilibrio vertical y horizontal que constituyen los argumentos de transferencias intergubernamentales, evaluando la asignación en el rendimiento escolar. Los autores comprueban como la asignación de recursos para el gasto educativo genera una incidencia en los resultados obtenidos por los estudiantes. Los resultados obtenidos demuestran que el gasto descentralizado no conlleva a un tipo de igualdad de oportunidades, pues, aunque cumple en función con la equidad vertical y favorece el gasto en la ruralidad o zonas geográficas menos favorecidas, termina afectando el sistema de educación que no cuenta con la capacidad de formar de la manera en la que se introduce el gasto. Con lo cual a corto plazo la política debería ser vertical, pero en el largo plazo se debe alcanzar objetivos de

una equidad horizontal que afecte en general al sistema educativo como medida compensatoria.

En España, De pablos y Gil (2007), describen la incidencia del gasto público en la educación superior desde una perspectiva regional, el estudio tiene en cuenta las encuestas de caracterización de los hogares y la transformación que tuvo en el periodo estudiado, la primera muestra toma datos desde 1996 hasta 2001 con la encuesta PHOGUE (encuesta de panel de hogares de la Unión Europea) y la siguiente muestra del 2004- 2006 con la encuesta ECV (encuesta de condiciones de vida española), con esto en base toman la información viendo que beneficio le genera a la familia la reducción de costos si alguien de esta se le brindo el beneficio del gasto público para acceder a la educación superior donde se desarrolla el modelo de escalas de equivalencia, por lo cual se mide el consumo del hogar que recibe la ayuda y se toma en cuenta dependiendo el periodo, siendo que, a corto plazo el gasto no es divisible, para que en mediano y largo se tome en cuenta a una mayor proporción, así que, para la base de datos entre más descentralizado se obtenga el gasto mejor será la repercusión en el consumo de la muestra tomada.

El estudio no toma en cuenta cambios de consumo en los hogares que puedan afectar la medida y generen rezagos, para el periodo del 2000-2004 se demostró que dicha incidencia entre la educación superior y el impacto solo se mantuvo en algunas regiones, en específico ciudades pequeñas o comunidades que no tenían un impacto tan grande en el consumo español. También se suma a que la inversión descentralizada en países más desarrollados tiene un beneficio a largo plazo (De Pablos & Gil, 2007)

Agasisti (2014), realiza un análisis de la Comunidad Europea mostrando la importancia de la eficiencia y la equidad en la provisión de la educación, explica como los países europeos se les ha requerido para proveer servicios de educación de manera en la que se minimice la cantidad de dineros públicos, para controlar los presupuestos asignados. Para adelantar este desafío, algunos países demostraron que se mantiene la eficiencia en el gasto de recursos para la educación obteniendo buenos resultados sin invertir tanto dinero público, pero no es una generalidad en tanto algunos países no han logrado los mismos resultados.

El DEA, sirve en esencia para medir la eficiencia teniendo un grupo de estrada como ingresos y recursos destinados y datos de salida como el resultado de la prueba PISA, este análisis solo se puede realizar por un periodo, de tal manera que Agasisti compara los resultados obtenidos por los estudiantes respecto al índice de Malmquist; es un índice multilateral que puede ser usado para comparar la productividad de diversas economías, con el cual confronta la productividad obtenida a través de los resultados en la muestra de los países de la unión europea. Con esto, se puede ver claramente que algunos países europeos lograron un buen rendimiento incluso por encima del promedio, entre 2006 y 2009 y lideran rankings internacionales (por ejemplo, Finlandia) mientras que otros muestran muy bajo rendimiento (ej. Italia, España y Grecia).

Los análisis muestran que el grupo de países eficientes es a duras penas similar entre 2006-2009, más específicamente Finlandia y Suiza representan el estándar dorado. Mientras que Portugal y España están en la línea base. El análisis del multi periodo se condujo a través del índice Malmquist lo que llevó a confirmar que no existen ganancias en eficiencia en el gasto público en la zona euro. También a modo de recomendación Agasisti menciona el uso de otras metodologías que puedan tomar datos socioeconómicos debido a que el limitante del DEA, son las variables socioeconómicas o demográficas al momento de realizar el análisis a fondo de los problemas estructurales de la educación. (Agasisti, 2014).

Ferro Y D'Elia (2020), realizan un análisis de la eficiencia en las instituciones de educación superior basado en técnicas de medición tomadas desde 1997 a 2019 en distintas investigaciones a nivel mundial. Destacan como la expansión de las universidades ha ganado amplio interés para medir su eficiencia, lo anterior debido a que se han visto obligadas a incrementar recursos económicos para cumplir sus objetivos. Se toma una muestra de 89 estudios económicos entre el periodo 1997 al 2019 donde se evidencia que el 54% de los estudios usa la técnica de medición de análisis de datos envolventes o DEA. En segundo lugar, con un 40% se usa el modelo de frontera estocástica o modelo SFA, los cuales describen de la siguiente manera: estudios DEA: correlacionando a los estudiantes con la medida de producción y la financiación de la investigación con la medida de investigación. Si las correlaciones son positivas, son entradas; en estudios de SFA, analizando el signo de la derivada parcial de la frontera estimada con respecto a los

estudiantes (dinero de investigación): en una función de producción, el signo esperado para los insumos es positivo.

Finalmente, describen como las variables tomadas en la mayoría de los estudios juegan un papel importante al momento de analizar los resultados, con lo cual, las variables de calidad están presentes en menos del 20% de los estudios examinados, las cuales deberían evaluarse en los productos o en los insumos. Se pueden distinguir tres grupos de variables ambientales: el origen intelectual, económico y social de los estudiantes (características étnicas, de edad y de género de los estudiantes); región donde está situada la universidad dependiendo de su situación económica y tipo de universidad. Como se mencionó anteriormente, las universidades producen: docentes, investigación y servicios de extensión, estos últimos difíciles de parametrizar. No se encontraron estudios empíricos que incluyan actividades de transferencia para el estudio que nos ocupa. La docencia e investigación, a pesar de ser más simples para analizar empíricamente que los servicios de transferencia, no siempre es fácil de estudiarlos en conjunto. (Ferro & D'Elia, 2020).

Bastias, Hermes Y Améstica (2020), realizan una investigación de la eficiencia en el sector investigativo de las Universidades chilenas para el periodo 2014-2017, los investigadores hacen uso de la metodología DEA y en base a los resultados realizan el uso de un modelo lineal probit en la variante fraccionada para determinar los factores que afectan la eficiencia, en base a sus resultados se infiere que las universidades privadas obtienen resultados más eficientes frente a las universidades estatales, esto debido a la gestión de recursos que se obtiene, frente al modelo probit fraccional con datos tipo panel, se obtuvo que variables como número de docentes y el presupuesto asignado se correlaciona positivamente al estudio, mientras que la matrícula de posgrado y ubicación geográfica de la universidad tienen una influencia negativa para la producción científica e investigativa chilena.

Pimienta, Mungaray Y Ocegueda, (2022), Realizan un análisis de la eficiencia de las universidades públicas estatales de México en el periodo 2015-2017, medido a través del análisis de datos envolventes y un modelo de regresión truncada Tobit con el cual analizan los determinantes de la eficiencia, los resultados evidencian que variables como migración estudiantil, pobreza multidimensional y el PIB per- cápita afectan de manera

exógena la eficiencia obtenida con la metodología DEA, en cuanto al análisis de eficiencia, se demuestra que aspectos de contratación en docencia y la variable matrícula en torno al género presentan efectos positivos en los niveles de eficiencia, además agregan que según la antigüedad de la Universidad se evidencia mayor eficiencia. Finalmente, con variables socioeconómicas a modo de recomendación, proponen mejorar los índices a modo que a largo plazo se establezca una línea direccionada hacia la calidad educativa.

Eficiencia en la calidad educativa: análisis colombiano.

Iregui, Melo y Ramos (2006), realizan un análisis a la eficiencia de la educación en Colombia para el año 2002, en el cual establecen una evaluación detallada de las normas sobre la descentralización educativa que tiene el país, el objetivo es medir el impacto sobre el rendimiento académico de los estudiantes a través de factores económicos, sociales y culturales, medido a través de una función de producción del sistema educativo usando la técnica de frontera estocástica (SFA), técnica utilizada para medir la eficiencia de la producción estimando desviaciones de la frontera ideal, viendo que dependen del control de las unidades de producción. Utilizan la SFA para ver el impacto socioeconómico de los estudiantes en cuanto al entorno educativo y en segundo lugar la eficiencia que tiene el sistema educativo para el periodo estudiado. Establecen la SFA porque permite medir la eficiencia específica para cada establecimiento educativo y así comparar de las grandes periferias a la ruralidad colombiana.

Entre las variables analizadas se estima: acompañamiento social cultural y ambiental, tecnología de cada centro educativo (laboratorios, bibliotecas, canchas, etc.), resultados de las pruebas ICFES y ponderación de número de estudiante por cada docente del centro educativo, para el modelo de producción se tienen en cuenta una muestra de 4.542 colegios públicos y privados. respectivamente en cuestión de resultados y concluye que la eficiencia técnica de los colegios públicos y privados no son equivalentes a generar conceptos de calidad educativa, aunque de la muestra se observa que los colegios privados tienen índices superiores de eficiencia que los públicos esto se debe a la alta concentración obtenida por ser periferia y además que no supone entornos equivalentes de los colegios públicos a los privados.

Los problemas más graves a la educación también se dan por el mal funcionamiento legislativo de país, pues, En la práctica la Ley 715 de 2001 no condujo al diseño de un mecanismo de distribución basado en el costo de una canasta educativa que reflejara el valor de la provisión de un servicio con determinadas características. (Iregui, Melo y Ramos, 2006). En resultados del modelo se estima que variables como aumento de Tecnología: mejora en canchas y bibliotecas, afecta de manera positiva los resultados de eficiencia de la educación recibida, desde la perspectiva socioeconómica el ingreso medio de las familias también refleja el hecho de que los resultados de eficiencia sean mayores en colegio no oficiales (privados), y que a la eficiencia descentralizada es una mayor inyección de capital a la ruralidad. Pues Bogotá como periferia obtiene los mejores resultados de análisis. (Iregui, et al, 2006).

Ayala (2010), realiza un análisis sobre el bienestar económico de la población colombiana, desde la perspectiva educativa y un análisis a futuro con la visión educativa colombiana del PND del 2006 para el año 2019, describe la llamada “Revolución educativa” como una de las metas y propósitos necesarios para los ideales que se obtuvieron en el año 2006, desde los compromisos de políticas públicas enfocadas en la educación como eje fundamental del desarrollo económico. Y además las decisiones a futuro planeadas no solo por el gobierno colombiano de turno, sino el análisis para América latina en base a las proyecciones por el Banco Mundial y la importancia de la contribución de la educación pública para el avance del continente. Explica la problemática de las tendencias globalizadas en base a la educación privada, en donde esta toma en cuenta el eje central de la educación como la educación de calidad en consecuencia el coste para la clase media es más elevado pues, cerca del 49% de la población decidió tomar la educación privada generando mayor inequidad y concentración del ingreso en un solo sector.

Finalmente, la investigadora da recomendaciones para mejoras en términos de calidad y equidad en el sistema educativo, consolidar un modelo financiero estable para la educación pública, mecanismos que se acoplen a la adaptabilidad laboral. Además de un plan de seguimiento en educación; primaria, básica, secundaria y que finalice en educación superior, así se podrán cumplir metas y se podrá estandarizar una educación en los distintos

niveles educativos. Concluye con fijar compromisos sobre la deserción estudiantil pues es el estado quien debe proveer y solventar este inconveniente a largo plazo. (Ayala, 2010).

Benavides (2013), analiza la calidad de la educación en Colombia mediante indicadores como el PIB per cápita, Pruebas ICFES y la cobertura bruta en cada uno de los departamentos del país en términos de educación primaria y secundaria en base a las estadísticas del DANE y los insumos utilizados por el PIB en términos per cápita, analizando con la tasa bruta de la cobertura de la educación media, se realiza una investigación con la cual los resultados muestran la relación entre el PIB per cápita y la eficiencia en la educación. dónde se evidencia que hay clúster regionales y cierto tipo de zonas en el país que cuentan con mejores resultados dependiendo la inversión estatal.

La investigación es realizada a través de la recolección de datos empíricos y medida por la metodología de análisis de datos envolventes (DEA), Benavides realiza tres modelos usando el DEA donde varía los insumos y productos, los resultados indican que algunos departamentos son más eficientes que otros, sin embargo, el análisis tiene en cuenta el valor mínimo como eficiente, debido a que, en algunos departamentos, dicho valor tiene una cobertura más importante que en otros. para el análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes (modelo 2), se muestra una brecha más grande entre las zonas rurales y las capitales del país, debido al aislamiento territorial que marca una diferencia significativa en el desarrollo económico y social del país. con lo cual se puede demostrar que hay una manera positiva y negativa de ciertos clústeres regionales, es decir que zonas como Bogotá y departamentos del centro del país obtienen mejores resultados y una mejor inversión, mientras que las zonas más alejadas de la capital obtienen un resultado más bajo y una inversión limitada. (Benavides, 2013).

Escorcía, et al, (2015), realizan una investigación en la cual se evaluó la eficiencia educativa de las instituciones educativas distritales de Santa Marta (Colombia) para el año 2009 medido a través del análisis envolvente de datos DEA, con el cual se busca medir la eficiencia técnica (ET), puramente técnica (EPT) y la eficiencia a escala (EE). El DEA evalúa la eficiencia de las unidades (en este caso instituciones educativas) comparando sus insumos (recursos) con sus productos (producto educativo), se puede utilizar para identificar qué sector y/o institución están operando en la frontera de eficiencia y cuáles

podrían mejorar su eficiencia. Para la investigación se clasificó las IED en 2 grupos, en el primer grupo están las instituciones con 2000 o menos estudiantes matriculados (26 instituciones), en el segundo grupo están las instituciones con más de 2000 estudiantes matriculados (18 instituciones).

Escorcía, et al (2015), calculan la eficiencia relativa con el modelo CCR-O (Charnes, Cooper, Rhodes) y la puramente técnica con el modelo BCC-O (Banker, Charnes y Cooper) dentro de las ventajas del modelo CCR-O se encuentran: las ponderaciones de las entradas y salidas no se requieren para generar el índice de eficiencia, no es necesario a homogeneidad y así mismo permite trabajar múltiples entradas y salidas; de este modelo el 20% de las instituciones son eficientes. Del modelo BCC-O que consiste en transformar el modelo CCR mediante la adición de una restricción de convexidad a los requerimientos envolventes; de este modelo el 43% de las instituciones son eficientes. En la eficiencia técnica (ET) el 80% de las instituciones son ineficientes, cabe resaltar que esta ET se da cuando una o más variables de las variables no es eficiente. Los investigadores resaltan como el DEA puede tomar decisiones informadas e identificar áreas de mejora. Así mismo, se presenta la importancia de utilizar los resultados de la investigación en la implementación de estrategias de mejora de las instituciones educativas. De tal manera, las escuelas ineficientes pueden beneficiarse al identificar áreas específicas en las que deberían centrarse para optimizar la gestión de recursos y mejorar la calidad de la enseñanza. Por último, las instituciones educativas eficaces pueden actuar como modelos y compartir prácticas exitosas con otras escuelas.

Galvis (2015), realiza un estudio para medir la eficiencia del uso de los recursos públicos destinados al sector educativo, emplea una metodología de análisis de datos envolventes DEA, para el modelo Galvis toma tres variables de entrada y dos de salida, esto debido a que el DEA permite que la muestra de datos no sea homogénea. En primer lugar, muestra cómo están distribuidos los recursos públicos en cuanto a la situación educativa del país, demostrando que, aunque hay una repartición cercana del 80% de recursos de manera eficiente, no hay una cobertura media para todos los municipios del país. Galvis (2015) Añade que hay municipios en los cuales el escalafón educativo muestra un desbalance frente a la demanda educativa que necesita incurrir y además frente a la

capacidad de gasto a la que se hace referencia para cada municipio, Añade que los conceptos de eficiencia y eficacia con los que se está ejecutando el presupuesto para cada entidad territorial no alcanzan a cumplir las metas establecidas por cada departamento.

Galvis demuestra qué, para el caso colombiano al año 2012 se tiene una cobertura cercana al 63% mientras que se tiene una calidad educativa del 48% desde la perspectiva global en Colombia hoy hay mayor eficiencia respecto a la cobertura en zonas rurales. Finalmente, el investigador muestra debilidades de la metodología DEA, en las cuales establece la imposibilidad de usar variables socioeconómicas y demográficas que afectan la eficiencia, con lo cual el investigador con los resultados obtenidos del DEA realiza un modelo Tobit, que usa una regresión lineal con variables truncadas o censuradas, teniendo en cuenta variables socioeconómicas de los estudiantes y demográficas demostrando que afectaciones en condiciones de vida de los estudiantes y el impacto rural o urbano afecta la eficiencia en la educación. (Galvis, 2015)

Visbal, et al, (2016), analizan la eficiencia de las Instituciones de Educación Superior (IES) mediante el análisis análisis envolvente de datos DEA utilizando el modelo CCR, BCC Y SBM, este último utilizado para dar un ranking a las universidades, se estudiaron 32 universidades públicas a nivel nacional para el año 2014, en donde las variables de entrada (inputs): Docentes tiempo completo ya sean ocasionales y catedráticos, gastos en personal administrativo, recursos financieros y recursos físicos; y las de salida (outputs) fueron: matrícula de estudiantes de posgrado y pregrado, resultados del SABER PRO, revistas indexadas y artículos de revistas indexadas.

Los resultados muestran que 15 de las 32 plantas consideradas en el estudio no presentan ineficiencia (46,85%): son globalmente eficientes. De 17 instituciones de educación superior que reportan algún tipo de ineficiencia (globalmente ineficientes), 5 muestran eficiencia administrativa, es decir, al evaluar la eficiencia técnica pura (modelo BCC), 20 de 32 instituciones de educación superior evaluadas son eficientes (62,5%). En cuanto a la eficiencia de escala, los resultados muestran que 16 de 32 facultades no tienen problemas con la escala operativa: la Universidad de Cartagena es un caso especial ya que se suma a las 15 facultades globalmente eficientes como la única ineficiente que es eficiente en escala. En términos de eficiencia de mezcla se encontró que 15 de 32 IES no

tenían este tipo de problema, lo cual indica que todas las IES ineficientes globalmente son ineficientes de mezcla. Finalmente se estipula que de las universidades más eficientes se destaca: Universidad Nacional de Colombia, U, Pedagógica Nacional y U. de Caldas, entre las más ineficientes; U. tecnológica del Chocó y Universidad de Cundinamarca. (Visbal, et al , 2016).

Melo, Ramos Y Hernández (2017). Examinan la evaluación de la educación realizada por pruebas estandarizadas en resultados de pruebas Saber PRO, dichos resultados se llevan a un índice de calidad, para el análisis de eficiencia se utilizan técnicas de frontera estocástica en base a los resultados de las pruebas Saber Pro, infraestructura, docencia y factores de entorno, en cuanto a los resultados se destaca como la variables de entorno explican el desempeño académico estudiantil, mientras que las variables de inversión como tecnologías dadas hacia la producción sugieren que se puede obtener mayor eficiencia, en donde destacan que aunque la inversión a priori es necesaria las variables entorno son quienes suministran la eficiencia educativa.

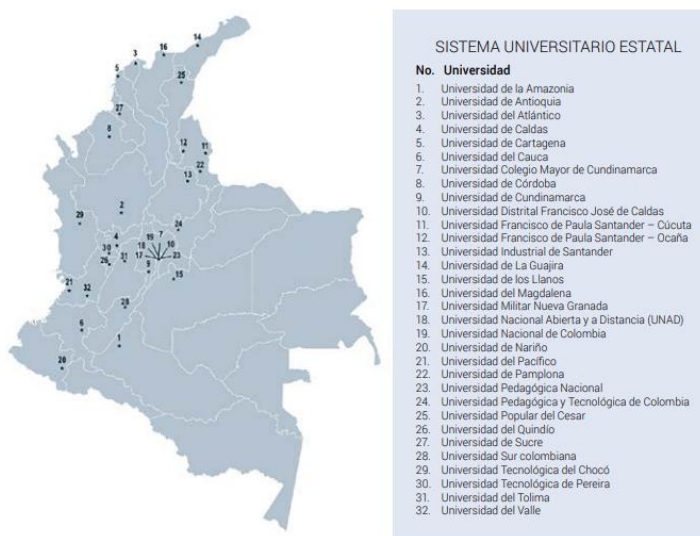
Ortega, Valencia y Humánez (2022), realizan un artículo investigativo que se enfoca en analizar y comprender los factores que influyen en la calidad de la educación media en la localidad de Córdoba (Colombia), identificando tanto los aspectos positivos como las áreas de mejora, el estudio realiza un Modelo de regresión logística ordinal (modelo logit) en el cual buscan analizar y comprender los factores que influyen en los resultados de las pruebas Saber 11. En base a los resultados se analiza que el acceso a bibliotecas y la destinación de recursos son algunos de los factores intrínsecos más influyentes en la complicación de los resultados académicos del alumnado. Sin embargo, se concluye que, aunque estos elementos tienen un impacto considerable, por sí solos no son capaces de generar mejoras sustanciales en la calidad educativa. En última instancia, los autores afirman como una limitación primordial la falta de estudios locales que permiten llevar a cabo contrastes más profundos, así como el acceso limitado a bases de datos nacionales que proporción información precisa sobre los factores internos que influyen en la calidad educativa

Metodología

El análisis de eficiencia es necesario a la hora de medir los resultados obtenidos por la educación, Ferro Y D'Elia (2020), ejemplifican como los incrementos en recursos deben tener un seguimiento, debido a que un aumento en inversión para ampliar cobertura y calidad educativa debe generar resultados óptimos para el bienestar de la comunidad que percibe este servicio, sí se tiene un uso ineficiente puede generar resultados impositivos en los principales indicadores del sistema educativo. En el siguiente apartado se describirán los principales indicadores del sector, así como la importancia que estos tienen para realizar el análisis de eficiencia correspondiente, necesario para demostrar la calidad educativa de las Universidades públicas de Colombia, con esta información se dará la respectiva metodología del estudio donde se presentara las variables y el modelo econométrico a realizar.

Las instituciones de educación superior (IES), son entidades que cuentan, con arreglo a las normas legales, con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de la educación superior. se componen según su carácter académico, ofreciendo una gran variedad de programas curriculares con formación técnica profesional, tecnológica y profesional dictadas bajo el marco legislativo de la ley 30 de 1992, Actualmente Colombia cuenta con 32 IES de carácter Universitario que se encuentran distribuidas por todo el país.

Ilustración 1. Mapa del Sistema Universitario Estatal.



Fuente: (SISTEMA UNIVERSITARIO ESTATATAL (SUE), 2018).

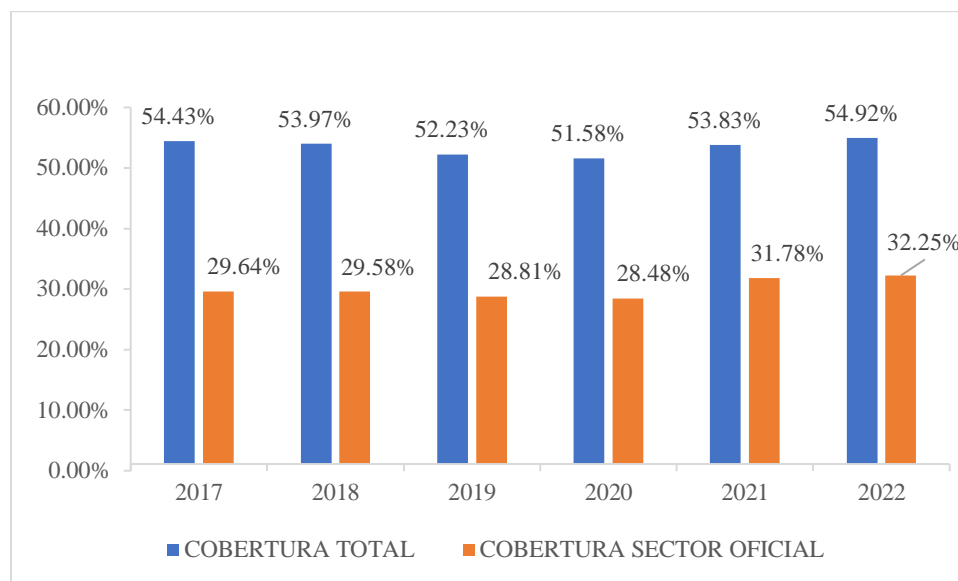
Hechos estilizados

El Ministerio de Educación nacional colombiano cuenta con un sistema de información y recopilación de datos para educación superior (SINES), además el sistema universitario estatal (SUE) junto con el consejo nacional de acreditación (CNA), COLCIENCIAS y el ICFES, reúnen los principales indicadores del sector educativo con los cuales se pueden establecer variables de calidad y cobertura sobre la educación superior, en el siguiente apartado se darán algunos hechos estilizados sobre la variables a destacar para la investigación y su desarrollo metodológico.

Cobertura

La cobertura en la educación pública en Colombia es medida por la tasa de cobertura bruta dada, en la cual se estima como la relación del número total de estudiantes matriculados en pregrado sobre la población entre 17 y 21 años, para el año 2017 la cobertura fue del 54,43% y finalizando el periodo estudiado vemos un avance del 0.49% siendo que para el 2022 fue del 54,92%, para el sector público u oficial corresponde para el año 2017 como el 29.64% y tiene un máximo en el 2022 con el 32.25% de la población, con lo cual se puede determinar que de la cobertura total se obtiene un mayor porcentaje hacia el sector oficial esto se refleja en el aumento del presupuesto nacional, como también las garantías en cuanto costos que ofrece el sector público frente al privado a la hora de decidir matricularse en el sector público o el privado.

Ilustración 2. Tasa de Cobertura de matrícula 2017-2022.



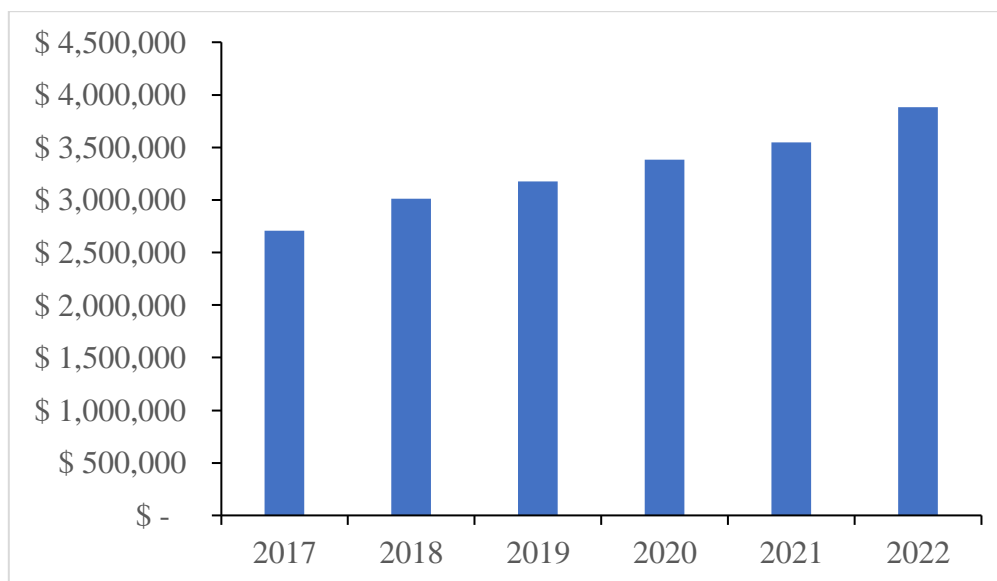
Fuente: MEN, (2022); DANE, (2022).

Desde el sector público en el año 2018 si se presentó un aumento sobre la población matriculada, sin embargo, debido a factores como expectativas, costos universitarios y finalización de proyectos como “ser pilo paga” para el 2018 se presentó una caída que traspaso finalmente con el efecto pandemia siendo que la matrícula total del 2017 al 2020 bajara en un 0.9%, para el 2021 este descenso en la cobertura cambia y aumenta a 53.83% para el sector total y en el oficial se genera un aumento del 3.3% a comparación del 2020.

Financiación

Como se mencionó en el marco teórico del presente trabajo, la financiación recibida por las Universidades públicas se contempla por el gasto operativo del gobierno nacional, así como de los gobiernos locales, para el periodo de análisis, El presupuesto gestionado para el sector educativo ha venido creciendo desde el año 2017 hasta el 2022, tiene una trayectoria con las cifras más altas que ha tenido el sistema educativo en la historia, siendo por 4 años consecutivos el sector con mayor porcentaje de inversión del PGN, (MinHacienda , 2021). La participación de este presupuesto se basa en el recaudo fiscal de la nación y dependiendo de la cobertura de cada Universidad generada año a año, sumado a la importancia y el reconocimiento que generan estas respecto a la Calidad Educativa.

Ilustración 3. Promedio de financiación 2017-2022.



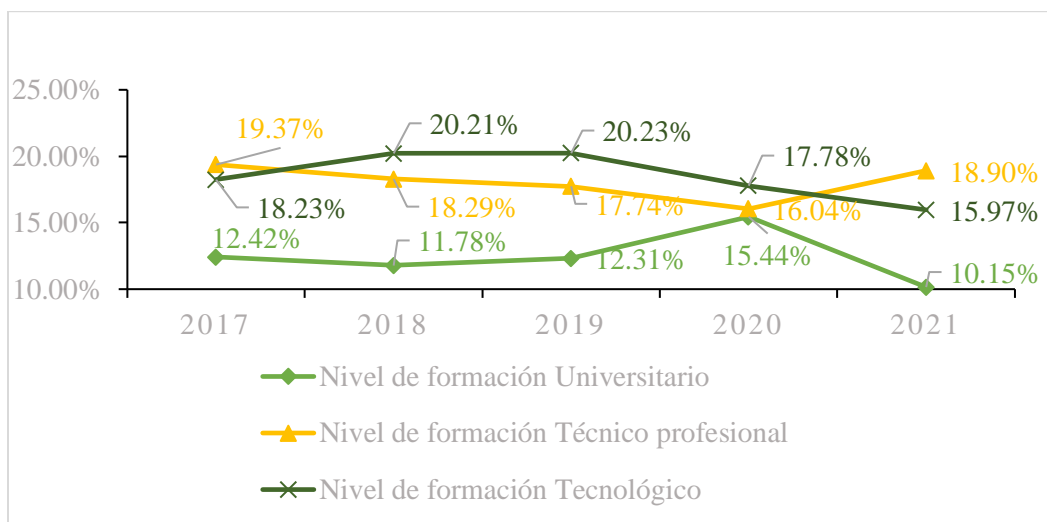
Nota: representa el gasto como sumatoria del financiamiento dado a las universidades anualmente expresado en miles de millones (COP), Fuente: Dirección General de Presupuesto Público Nacional del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2017-2022).

Durante el periodo de 2017 a 2022 se evidencia un crecimiento del PGN para las 32 universidades estudiadas pasando de COP \$2.708.485.813.600 en 2017 a COP \$3.882.026.992.295 viendo el gasto solo en la inversión a cada universidad sin contar otras deducciones, lo que corresponde a un aumento del 43,33%. El mayor crecimiento se dio en el año 2018 con respecto al año inmediatamente anterior del 11,31%, en el año 2021 de la participación del PGN, el sector educativo se convirtió en el sector con más presupuesto del PGN.

Deserción

Para el Ministerio de educación, es clave entender la deserción estudiantil y el cómo prevenir el fenómeno o focalizar la población para minimizarlo, es por esto que desde el 2018 se renovó el Sistema para la Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior – SPADIES, con el fin de mejorar la calidad de la información y mejorar la movilidad estudiantil, se califica al estudiante como desertor cuando no se matricula por dos o más periodos consecutivos, el siguiente grafico muestra la tasa de deserción anual, según el nivel formativo del estudiante en el sector oficial o público. (SPADIES, 2021).

Ilustración 4. Deserción Estudiantil anual 2017-2022.



Fuente: SPADIES, (2022).

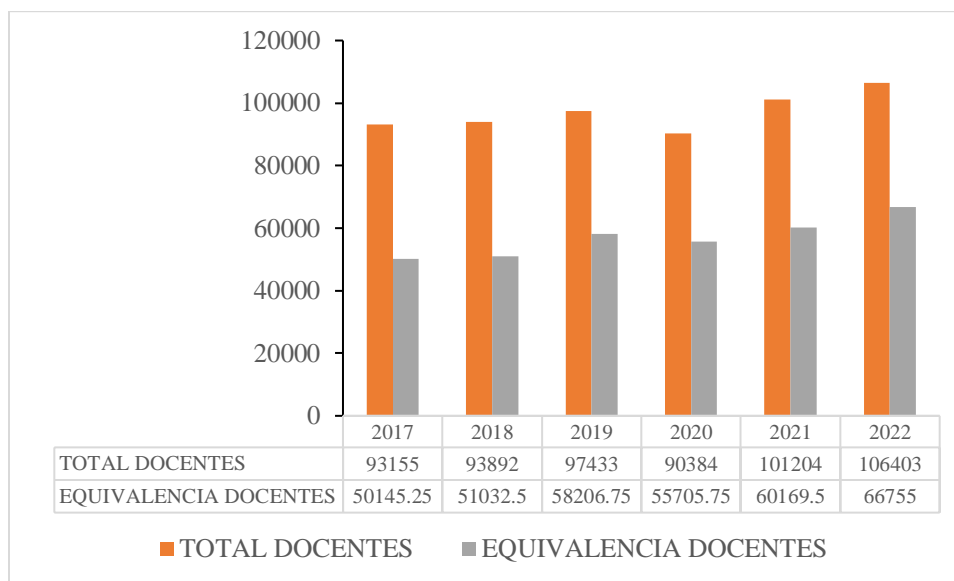
Nota: Fecha de corte 2022.

La tasa de deserción anual se calcula como la proporción de estudiantes que estando matriculados dos semestres atrás son clasificados como desertores un año después, en la gráfica se observa la tasa de deserción según el nivel de formación, según el Ministerio de educación nacional para el año 2021, uno de cada tres alumnos deserta del programa al cual está inscrito, la formación TyT es para el periodo analizado aquella que tiene mayor número de deserción anual, para un máximo en formación tecnológica en el año 2018 de 20.21% y para la técnica profesional el 2017 en el 19,37%, se puede observar como la tasa de deserción anual ha tenido un comportamiento a la baja para el sector universitario, exceptuando el año 2020 en el cual obtuvo un máximo de 15,44% (SPADIES, 2022).

Docente

Según el Ministerio de Educación Nacional docente es la “persona natural que orienta el proceso de formación, enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de educación superior, acorde con el proyecto educativo institucional.” (Ministerio de Educación Nacional, s.f.). En comparación al personal completo se puede ver que la contratación es creciente, pero en áreas de medio tiempo y docentes catedráticos, desde la perspectiva de costos es más rentable y genera mayor volumen de docencia para la universidad, sin embargo; esto puede también ser inconveniente para los estudiantes debido al poco tiempo que puede destinar el docente por estudiante, puesto que el docente si es catedrático solo tiene 4 horas destinadas semanalmente para la Universidad.

Ilustración 5. Equivalencias docentes 2017-2022.



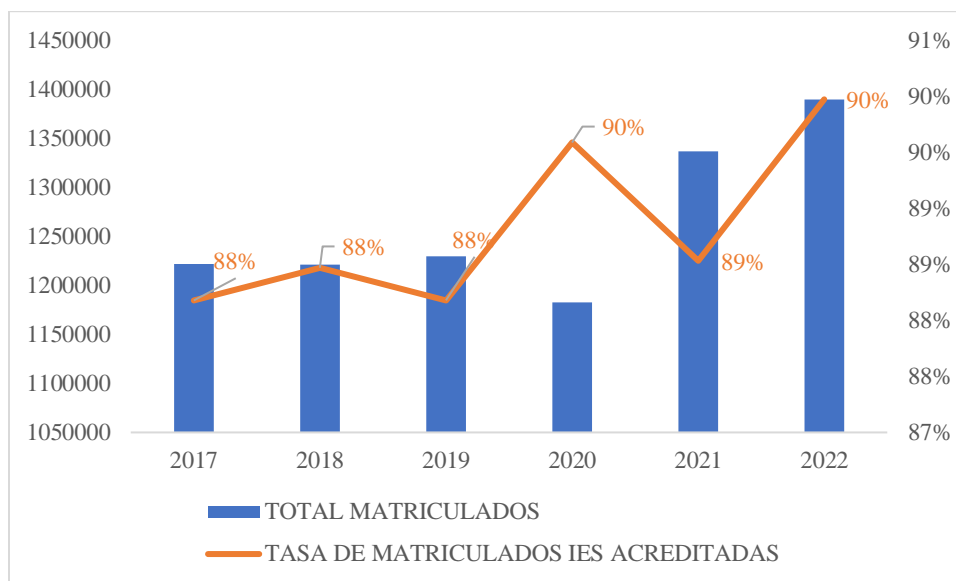
Fuente: Ministerio de educación. Elaboración propia

En la gráfica se puede observar la comparación entre el personal docente completo y la equivalencia de docente a tiempo completo que corresponde a la sumatoria de los docentes tiempo completo más los catedráticos y docentes de medio tiempo en división a su correspondencia en horas trabajadas, dando así un resultado objetivo de docentes en dedicación total, se direcciona a un avance, con una caída en el año 2020 por el efecto COVID-19, que desacelera la economía y el empleo en todos los sectores, pero con números creciente para el resto del periodo estudiado.

Acreditación

El Consejo Nacional de acreditación (CNA), determina que la Calidad Educativa correspondiente a la acreditación institucional, se centra en el desarrollo y transmisión de conocimiento con la contribución de la formación de profesionales para la comunidad académica con pertenencia social, cultural y pedagógica. Para determinar la acreditación de las Universidades se deben tener parámetros de integridad, equidad, idoneidad y coherencia (CNA, 2008). A continuación, se hace relación entre el número de estudiantes matriculados en el programa de alta calidad es decir que cuenta con una acreditación dada por el CNA, frente al número total de matriculados en IES del sector oficial que no cuentan con la acreditación multiplicado por 100.

Ilustración 6, Total Matriculados en IES acreditadas 2017-2022.



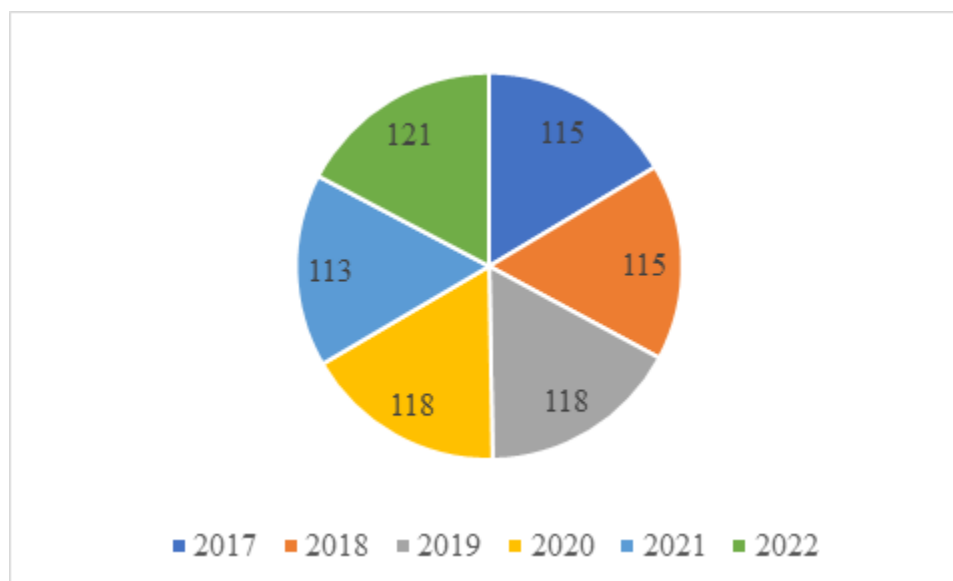
Fuente: MEN, (2022).

Para el año 2022 de las 32 universidades del sector oficial 26 de estas estas avaladas con la acreditación de alta calidad dada por el CNA, lo cual corresponde al 90% de estudiantes matriculados, esto indica que el sector oficial tiene en su mayoría los criterios necesarios para ser reconocidos y parámetros que cumplen la acreditación institucional.

Investigación

Uno de los 3 principales pilares de la universidad se da en la investigación (UNESCO, 2008), En Colombia se muestra la información de investigaciones que cumplan con estándares de calidad científica y editorial que además atribuyan perfiles de estabilidad y visibilidad reconocidos internacionalmente con COLCIENCIAS, es por esto por lo que las publicaciones científicas son medidas a través del índice de Punlindex. Para el sector oficial ha sido muy constante el número de revistas que cumplen con lo registrado en Pulindex siendo el mayor acreditador de estas la Universidad Nacional con un promedio de 31 revistas dentro del periodo 2017-2022.

Ilustración 7. Índice Publindex IES 2017.2022.



Fuente: Publindex (2022).

Análisis de eficiencia

El análisis de eficiencia según Agasisti (2014), se ve en como el producto en el sistema educativo de todo un país en base a resultados y el insumo lo refleja como la cantidad de dinero invertido en educación, la definición de eficiencia se refiere a la "productividad" de cada dólar o unidad monetaria invertida en educación, es decir, la capacidad de maximizar el beneficio educativo, dados los recursos invertidos en el sistema educativo. El análisis de eficiencia de la educación, de la investigación es en base a las 32 Universidades públicas de Colombia teniendo en cuenta el insumo como la inversión estatal generada transformada en recursos que varían desde inversión en planta docente, instalaciones, sostenimiento estudiantil, sostenimiento administrativo, etc. Que, generan efectos medibles y cuantificables en resultados como: matriculas, pruebas estandarizadas (Saber Pro), investigaciones dadas por revistas de reconocimiento investigativo.

A continuación, se presentan los modelos econométricos que medirán la eficiencia en la calidad de la educación superior pública.

Modelo DEA

Basados en el uso metodológico de (Agasisti, 2014), (Escorcía, et al, 2015), (Galvis, 2015) y (Visbal, et al, 2016), se tomara para la medición econométrica de los datos el análisis de datos envolventes o sus siglas en ingles DEA, técnica no paramétrica para la medición de la eficiencia relativa de las unidades organizacionales donde existen múltiples

entradas y/o salidas, la metodología fue propuesta por Charnes, Cooper y Rhodes, con base a los planteamientos de Farrel en 1957, Escorcía, et al. (2015), introducen al sistema educativo como una firma multi producto en la cual transforma productos de entradas a salidas, este se conocerá como DMU (DECISION MAKING UNIT). El uso de la metodología DEA cuenta con distintas variantes del modelo econométrico, a continuación, se conceptualizará aquellas usadas para el formula miento empírico de esta investigación.

Modelo CCR (Charnes, Cooper y Rhodes).

De acuerdo con Restrepo & Villegas, (2010), (p. 6-17):

Para evaluar el rendimiento de una Unidad de Toma de Decisiones (DMU), se aborda un problema de optimización con el objetivo de maximizar la proporción entre sus salidas y entradas. Dado que hay múltiples entradas y salidas, se introduce una salida y una entrada virtuales mediante ponderaciones (u_r y v_i) asignadas a cada salida y entrada respectivamente. En concordancia con la práctica común en la medición del rendimiento, se establece la restricción de que ninguna DMU, incluida la DMU en cuestión, puede tener una eficiencia superior al 100%. En consecuencia, se plantea el siguiente problema de optimización:

$$\max_{u,v} h_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \tag{1}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n \tag{2}$$

El modelo definido por las ecuaciones 1 y 2 se denomina modelo CCR en forma de razón debido a las expresiones utilizadas en su función objetivo y sus restricciones. La linealización del programa de orden fraccionario 1-2 se puede lograr transformándolo en un programa lineal, lo que da como resultado el siguiente modelo:

$$\max h_o \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

$$v_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

Modelo BCC (Banker, Charnes y Cooper).

Según Londoño & Giraldo, (2009) (p.56):

La formulación dual del modelo BCC orientado a entradas es similar al modelo CCR, pero incluye la restricción adicional:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

La cual junto con la restricción $\lambda_j \geq 0$ para todo j , impone una condición de convexidad al conjunto de producción posible. Por tanto, el modelo dual expresado como un modelo único a resolver en un proceso de dos etapas, puede escribirse como:

$$\min_{\theta, \lambda, s_i^-, s_r^+} \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

s.a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta^* x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

A partir del uso del modelo CCR y el modelo BCC es posible medir la eficiencia a escala, en definición es medible la divergencia entre los puntajes de eficiencia de una *DMU* bajo los retornos constantes a escala, Visbal, et al. (2016), define la eficiencia a escala como el impacto de la operación sobre la productividad de una *DMU* siendo que:

$$\text{Eficiencia de escala DMU } j_0 = SE = \frac{\text{Eficiencia t\u00e9cnica de DMU } j_0}{\text{Eficiencia puramente t\u00e9cnica de DMU } j_0}$$

Es decir que:

$$SE = \frac{\text{Eficiencia t\u00e9cnica CCR}}{\text{Eficiencia puramente t\u00e9cnica BCC}}$$

Cabe notar que en cualquier orientaci\u00f3n la eficiencia t\u00e9cnica nunca puede exceder la eficiente puramente t\u00e9cnica esto debido a la manera en la que se obtiene el c\u00e1lculo con lo cual la eficiencia escala ser\u00e1:

$$\text{Eficiencia escala} = SE \leq 1$$

Se dice que el modelo DEA tiene rendimientos crecientes a escala (BCC creciente), si el incremento porcentual en salidas es mayor al que de entradas, se obtienen rendimientos decrecientes en el caso contrario (BCC decreciente). (Visbal, et al, 2016). En el marco de la metodolog\u00eda DEA, las limitaciones que este presenta es que ve las DMU como firmas que solo generan productos num\u00e9ricos, por lo que no acepta variables dicot\u00f3micas, dadas porcentualmente y no acepta valores negativos en la producci\u00f3n, por lo cual; se tendr\u00e1n en cuenta las siguientes variables para el desarrollo de resultados de la investigaci\u00f3n:

Tabla 1. Variables del estudio.

Variables	
Entrada (INPUTS)	Salida (OUTPUTS)
Recursos Financieros: recursos financieros provenientes del Estado y generados por la universidad en desarrollo de su actividad (no incluye ingresos generados por extensión e investigación)	Número total de matriculados: incluye matriculas de pregrado y posgrado para cada una de las 32 IES, por cada periodo de tiempo Resultado saber Pro: número ponderado de estudiantes de la universidad que obtuvieron un puntaje mayor al promedio en las pruebas Saber Pro.
Equivalencia docente: número de docentes en tiempos completos equivalentes, incluyendo catedráticos y ocasionales	Revistas indexadas: número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo con la legislación vigente (Colciencias).

Índice de Malmquist

Finalmente, el análisis empírico tiene la particularidad de ser en un periodo de tiempo, es por esto por lo que se utiliza el índice de Malmquist, (Rodríguez & Arias, 2020) muestran como el índice Malmquist permite analizar las variaciones en eficiencia a lo largo del tiempo mediante la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{C_{EF T_{t+1}}^{D_{t+1}}}{C_{EF T_t}^{D_t}} \left(\frac{C_{EF T_t}^{D_{t+1}}}{C_{EF T_{t+1}}^{D_{t+1}}} * \frac{C_{EF T_t}^{D_t}}{C_{EF T_{t+1}}^{D_t}} \right)^{1/2}$$

Rodríguez y Arias (2020), explican que:

Los factores para considerar en este índice son la eficiencia marcada con el superíndice D_{t+1} y el subíndice T_{t+1} , correspondientes al factor k_0 de un modelo CCR para la DMU en evaluación, teniendo en cuenta los datos del segundo período. El segundo factor es aquel marcado D_t y el subíndice T_t que corresponde al factor k_0 de un modelo CCR para la DMU en evaluación, teniendo en cuenta los datos del

primer período. Las restantes eficiencias (superíndice D_{t+1} y subíndice T_t y; superíndice D_t y subíndice T_{t+1}) corresponden al factor k_0 de un modelo CCR para la DMU en evaluación empleando los datos del primer período al lado izquierdo de las ecuaciones y del segundo período al lado derecho y viceversa, (p. 9).

Con lo que basados en (Agasisti, 2014) y (Rodríguez & Arias, 2020), se explica que los resultados del índice de Malmquist son:

Tabla 2. Resultados del Índice de Malmquist

EC > 1	Indica una mejora en la eficiencia, lo que significa que la unidad evaluada se ha acercado más a la frontera tecnológica de rendimientos constantes en el período $t+1$ en comparación con el período anterior
EC < 1	implica que la DMU se ha alejado de la frontera, es decir, ha experimentado una disminución en la eficiencia
EC=1	la unidad evaluada no ha experimentado cambios en su posición en relación con la frontera.

Fuente: (Rodríguez Y Arias, 2020)

Modelo Tobit

El modelo DEA, al ser un modelo no paramétrico puede presentar limitaciones al momento de evaluar variables socioeconómicas debido a la naturaleza determinística de los datos, de los cuales podrían encontrarse variables dicotómicas que oscilan en valores de 0 y 1, dando así estimaciones inconsistentes y sesgadas, (Pimienta, et al, 2022). Es por esto por la eficiencia debe ser evaluada hacia los factores ambientales que la afectan, en base a los resultados obtenidos por el DEA se debe estimar un modelo que pueda satisfacer la restricción de su variable latente, basados en Galvis (2015), se desarrolla un modelo Tobit truncado en datos tipo panel, definido como:

$$y_i = X\beta + u$$

Donde y_i es la variable truncada, X es la matriz de variables independientes, β es el vector de coeficientes a estimar y u es el término de error, que sigue una distribución normal, sin embargo; Al y_i ser una variable truncada se limita a la restricción:

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{si } y_i^* \leq 0 \\ y_i^* & \text{si } 0 < y_i^* < 1 \\ 1 & \text{si } y_i^* \geq 1 \end{cases}$$

En donde, los resultados del modelo DEA al ser usados como variable dependiente oscilan entre 0 y 1, (Wooldridge, 2009). Las variables independientes usadas para el análisis de la regresión son:

Tabla 3. Variables modelo Tobit

Variables	
Acreditación	Variable dicotómica de valores que oscilan entre 0 y 1. 0 si es no acreditada y 1 si está acreditada (CNA, 2022).
Distancia a la Capital	Variable dicotómica de valores que oscilan entre 0 y 1. 0 si su sede principal está en otro departamento y 1 si se encuentra en la capital.
NBI TOTAL	Tasa porcentual de las necesidades básicas insatisfechas, calculada por el DANE (2018), y ajustada al periodo en vigencia.

Resultados

Para el estudio se seleccionaron 32 Universidades públicas de Colombia, de las que se disponía información acerca de las variables definidas del año 2017 a 2022. Se evalúa la eficiencia; con las variables de entrada y salida definidas en la ruta metodológica, con los modelos CCR y BCC, en base a los resultados se calcula la eficiencia a escala, a continuación,

se muestran los resultados año a año, los resultados del índice de Malmquist y finalmente la regresión Tobit en datos panel.

Modelos DEA

Tabla 4. Análisis DEA 2017.

	Universidades		2017			
	Código	Nombre	ET CCR	EPT BCC	SE	Retornos a Escala
Grupo A	1112	Universidad de Caldas	1	1	1	Constante
	1208	Universidad del Quindío	1	1	1	Constante
	1204	Universidad Industrial de Santander	1	1	1	Constante
	2102	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	1	1	1	Constante
	1101	Universidad Nacional de Colombia	1	1	1	Constante
	1301	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1	1	1	Constante
Grupo B	1201	Universidad de Antioquia	0,523	1	0,523	Decreciente
	1122	Universidad del Pacífico	0,437	1	0,437	Decreciente
	1210	Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña	0,774	1	0,774	Decreciente
	1117	Universidad Militar Nueva Granada	0,979	1	0,98	Decreciente
	1213	Universidad del Magdalena	0,995	1	0,995	Decreciente
Grupo C	1205	Universidad de Cartagena	0,673	0,688	0,978	Decreciente
	1113	Universidad de Córdoba	0,579	0,647	0,895	Decreciente
	1214	Universidad de Cundinamarca	0,580	0,973	0,596	Decreciente
	1115	Universidad de la Amazonía	0,280	0,663	0,421	Decreciente
	1218	Universidad de la Guajira	0,360	0,733	0,491	Decreciente
	1119	Universidad de los Llanos	0,417	0,578	0,722	Decreciente
	1206	Universidad de Nariño	0,695	0,756	0,920	Decreciente
	1212	Universidad de Pamplona	0,438	0,560	0,781	Decreciente
	1217	Universidad de Sucre	0,616	0,897	0,687	Decreciente
	1202	Universidad del Atlántico	0,706	0,766	0,922	Decreciente
	1110	Universidad del Cauca	0,463	0,466	0,993	Decreciente
	1207	Universidad del Tolima	0,685	0,728	0,941	Decreciente
	1203	Universidad del Valle	0,643	0,644	0,998	Decreciente
	1209	Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta	0,821	0,913	0,899	Decreciente
	1105	Universidad Pedagógica Nacional	0,65	0,70	0,929	Decreciente
	1106	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	0,64	0,65	0,980	Decreciente
	1120	Universidad Popular del Cesar	0,36	0,67	0,532	Decreciente
	1114	Universidad Surcolombiana	0,60	0,67	0,897	Decreciente
1111	Universidad Tecnológica de Pereira	0,61	0,61	0,9998	Decreciente	
1118	Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	0,24	0,42	0,560	Decreciente	
1121	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	0,56	0,78	0,719	Decreciente	

Fuente: elaboración propia

Para el 2017, en el grupo A se encuentran las universidades estudiadas globalmente eficientes, esto significa que son CCR eficientes y BCC eficientes, 6 de las universidades estudiadas se encuentran en este grupo, lo que corresponde a un 18,75% del total de las universidades estudiadas, las cuales son: Universidad de Caldas, Universidad del Quindío, Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Universidad Nacional de Colombia, y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

En el grupo B se encuentran las universidades que tienen eficiencia puramente técnica, es decir, BCC eficientes, lo que significa que son bien administradas, pero no tienen eficiencia técnica, este problema se debe a su escala de operación (SE), debido a que estas instituciones experimentan rendimientos decrecientes de escala y, por lo tanto, están incurriendo en un costo en términos de su eficiencia debido a su gran tamaño, lo que resulta en un sacrificio de su eficiencia puramente técnica (Escorcia, et al, 20**), para este año 5 universidades se encuentran en este grupo, lo que equivale a un 15,63% del total de las 32 universidades, las cuales son: Universidad de Antioquia, Universidad del Pacífico, Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña, Universidad Militar Nueva Granada y la Universidad del Magdalena.

Por último, en el grupo C se encuentran las universidades globalmente ineficientes y con rendimientos a escala decrecientes, este grupo se encuentran 21 universidades (65,63%) : Universidad de Cartagena, Universidad de Córdoba, Universidad de Cundinamarca, Universidad de la Amazonía, Universidad de la Guajira, Universidad de los Llanos, Universidad de Nariño, Universidad de Pamplona, Universidad de Sucre, Universidad del Atlántico, Universidad del Cauca, Universidad del Tolima, Universidad del Valle, Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Universidad Popular del Cesar, Universidad Surcolombiana, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba y la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Tabla 5. Análisis DEA 2018.

	Universidades		2018			
			ET	EPT	SE	Retornos a Escala
	Codigo	Nombre	CCR	BCC		
Grupo A	1112	Universidad de Caldas	1	1	1	Constante
	1213	Universidad del Magdalena	1	1	1	Constante
	1301	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1	1	1	Constante
	1209	Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta	1	1	1	Constante
	1204	Universidad Industrial de Santander	1	1	1	Constante
	2102	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	1	1	1	Constante
	1120	Universidad Popular del Cesar	1	1	1	Constante
Grupo B	1122	Universidad del Pacífico	0,659	1	0,659	Decreciente
	1101	Universidad Nacional de Colombia	0,949	1	0,949	Decreciente
	1210	Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña	0,958	1	0,958	Decreciente
	1117	Universidad Militar Nueva Granada	0,979	1	0,979	Decreciente
Grupo C	1201	Universidad de Antioquia	0,477	0,801	0,596	Decreciente
	1205	Universidad de Cartagena	0,686	0,686	0,9998	Decreciente
	1113	Universidad de Córdoba	0,762	0,762	0,9996	Decreciente
	1214	Universidad de Cundinamarca	0,583	0,975	0,598	Decreciente
	1115	Universidad de la Amazonía	0,496	0,672	0,738	Decreciente
	1218	Universidad de la Guajira	0,620	0,735	0,844	Decreciente
	1119	Universidad de los Llanos	0,348	0,575	0,605	Decreciente
	1206	Universidad de Nariño	0,916	0,923	0,992	Decreciente
	1212	Universidad de Pamplona	0,622	0,642	0,968	Decreciente
	1217	Universidad de Sucre	0,543	0,808	0,672	Decreciente
	1202	Universidad del Atlántico	0,757	0,830	0,912	Decreciente
	1110	Universidad del Cauca	0,299	0,309	0,968	Decreciente
	1208	Universidad del Quindío	0,629	0,634	0,992	Decreciente
	1207	Universidad del Tolima	0,713	0,714	0,998	Decreciente
	1203	Universidad del Valle	0,581	0,638	0,911	Decreciente
	1105	Universidad Pedagógica Nacional	0,630	0,663	0,950	Decreciente
	1106	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	0,675	0,717	0,942	Decreciente
1114	Universidad Surcolombiana	0,578	0,601	0,963	Decreciente	
1111	Universidad Tecnológica de Pereira	0,562	0,566	0,993	Decreciente	
1118	Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	0,305	0,401	0,759	Decreciente	
1121	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	0,452	0,803	0,563	Decreciente	

Fuente: elaboración propia

De manera análoga a lo observado en 2017, se constata en el año 2018 que en el grupo B, el 65,63% de las universidades continúan presentando ineficiencia en términos globales y exhiben rendimientos decrecientes a escala. La diferencia notoria entre los años 2017 y 2018 radica en la inclusión de la Universidad de Antioquia y la Universidad de Quindío en este grupo y la exclusión de la Universidad del Cauca y la Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta de este grupo.

El grupo B representa el 12,50% que presenta problemas en la gestión de recursos, con 4 universidades las cuales son: Universidad del Pacífico, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña y la Universidad Militar Nueva Granada. Finalmente, para este año el 21,88% de las universidades son globalmente eficiente (grupo A), con 7 universidades: Universidad de Caldas, Universidad

del Magdalena, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta, Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional Abierta y a Distancia y Universidad Popular del Cesar

Tabla 6. Análisis DEA 2019.

	Universidades		2019			Retornos a Escala
			ET	EPT	SE	
	Código	Nombre	CCR	BCC		
Grupo A	1112	Universidad de Caldas	1	1	1	Constante
	1301	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1	1	1	Constante
	1209	Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta	1	1	1	Constante
	1210	Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña	1	1	1	Constante
	1204	Universidad Industrial de Santander	1	1	1	Constante
	1117	Universidad Militar Nueva Granada	1	1	1	Constante
	2102	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	1	1	1	Constante
Grupo B	1101	Universidad Nacional de Colombia	1	1	1	Constante
	1213	Universidad del Magdalena	0,978	1	0,978	Decreciente
Grupo C	1122	Universidad del Pacífico	0,302	1	0,302	Decreciente
	1201	Universidad de Antioquia	0,369	0,999	0,370	Decreciente
	1205	Universidad de Cartagena	0,750	0,754	0,994	Decreciente
	1113	Universidad de Córdoba	0,444	0,444	0,999	Decreciente
	1214	Universidad de Cundinamarca	0,555	0,974	0,569	Decreciente
	1115	Universidad de la Amazonía	0,568	0,680	0,836	Decreciente
	1218	Universidad de la Guajira	0,594	0,714	0,832	Decreciente
	1119	Universidad de los Llanos	0,496	0,625	0,793	Decreciente
	1206	Universidad de Nariño	0,929	0,941	0,987	Decreciente
	1212	Universidad de Pamplona	0,625	0,638	0,980	Decreciente
	1217	Universidad de Sucre	0,733	0,871	0,842	Decreciente
	1202	Universidad del Atlántico	0,804	0,809	0,994	Decreciente
	1110	Universidad del Cauca	0,477	0,483	0,988	Decreciente
	1208	Universidad del Quindío	0,746	0,757	0,986	Decreciente
	1207	Universidad del Tolima	0,883	0,900	0,981	Decreciente
	1203	Universidad del Valle	0,647	0,703	0,920	Decreciente
	1105	Universidad Pedagógica Nacional	0,670	0,717	0,934	Decreciente
	1106	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	0,728	0,811	0,898	Decreciente
	1120	Universidad Popular del Cesar	0,558	0,657	0,849	Decreciente
	1114	Universidad Surcolombiana	0,711	0,731	0,972	Decreciente
1111	Universidad Tecnológica de Pereira	0,717	0,726	0,987	Decreciente	
1118	Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	0,526	0,562	0,935	Decreciente	
1121	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	0,698	0,858	0,813	Decreciente	

Fuente: elaboración propia

Para el 2019 el 68,75% de las universidades exhiben ineficiencia y experimentan rendimientos decrecientes a escala, clasificándose así en el subgrupo C. Por otro lado, un 6,25% de las universidades pertenecen al subgrupo B. Esto implica que la ineficiencia en estas instituciones está directamente vinculada a su administración. En consecuencia, asignar recursos adicionales a estas instituciones no parece ser una estrategia sensata, ya que no necesariamente conduciría a mejores resultados (Escorcía, et al, 2015).

Del mismo modo, el 25,00% de las universidades son globalmente eficientes (grupo A) y operan con retornos constantes a escala. Esto significa que un aumento marginal en las variables de entrada generará un incremento proporcional en los resultados de las variables de salida. Así es que para este año 8 universidades son eficientes las cuales son: Universidad de Caldas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta, Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña, Universidad Industrial de Santander, Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Nacional Abierta y a Distancia y la Universidad Nacional de Colombia.

Tabla 7. Análisis DEA 2020.

	Universidades		2020			
			ET	EPT	SE	Retornos a Escala
	Codigo	Nombre	CCR	BCC		
Grupo A	1201	Universidad de Antioquia	1	1	1	Constante
	1206	Universidad de Nariño	1	1	1	Constante
	1301	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1	1	1	Constante
	1117	Universidad Militar Nueva Granada	1	1	1	Constante
	2102	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	1	1	1	Constante
Grupo B	1122	Universidad del Pacífico	0,441	1	0,441	Decreciente
	1210	Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña	0,777	1	0,777	Decreciente
	1101	Universidad Nacional de Colombia	0,708	1	0,708	Decreciente
Grupo C	1112	Universidad de Caldas	0,270	0,564	0,479	Decreciente
	1205	Universidad de Cartagena	0,519	0,550	0,944	Decreciente
	1113	Universidad de Córdoba	0,413	0,463	0,893	Decreciente
	1214	Universidad de Cundinamarca	0,540	0,975	0,555	Decreciente
	1115	Universidad de la Amazonía	0,180	0,615	0,294	Decreciente
	1218	Universidad de la Guajira	0,259	0,640	0,405	Decreciente
	1119	Universidad de los Llanos	0,320	0,583	0,550	Decreciente
	1212	Universidad de Pamplona	0,483	0,552	0,876	Decreciente
	1217	Universidad de Sucre	0,606	0,912	0,665	Decreciente
	1202	Universidad del Atlántico	0,578	0,596	0,970	Decreciente
	1110	Universidad del Cauca	0,520	0,543	0,958	Decreciente
	1213	Universidad del Magdalena	0,816	0,848	0,962	Decreciente
	1208	Universidad del Quindío	0,590	0,637	0,926	Decreciente
	1207	Universidad del Tolima	0,674	0,738	0,913	Decreciente
	1203	Universidad del Valle	0,439	0,446	0,983	Decreciente
	1209	Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta	0,779	0,876	0,889	Decreciente
	1204	Universidad Industrial de Santander	0,919	0,988	0,931	Decreciente
	1105	Universidad Pedagógica Nacional	0,597	0,670	0,892	Decreciente
	1106	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	0,682	0,791	0,861	Decreciente
	1120	Universidad Popular del Cesar	0,370	0,660	0,560	Decreciente
1114	Universidad Surcolombiana	0,643	0,705	0,912	Decreciente	
1111	Universidad Tecnológica de Pereira	0,579	0,579	0,999	Decreciente	
1118	Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	0,268	0,432	0,619	Decreciente	
1121	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	0,697	0,918	0,760	Decreciente	

Fuente: elaboración propia

Para el 2020 el 15,63% de las universidades son globalmente eficientes (grupo A). Así es que para este año 5 universidades son eficientes las cuales son: Universidad de

Antioquia, Universidad de Nariño, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Militar Nueva Granada y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Para el grupo B, clasificaron 3 universidades, lo que corresponde a un 9,38% del total de universidades estudiadas, entre las cuales se encuentran: Universidad del Pacífico, Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña y la Universidad Nacional de Colombia. Las demás universidades están clasificadas en el grupo C que son globalmente ineficientes, que equivale a un 75,00%.

Tabla 8. Análisis DEA 2021.

	Universidades		2021			
			ET CCR	EPT BCC	SE	Retornos a Escala
	Codigo	Nombre				
Grupo A	1112	Universidad de Caldas	1	1	1	Constante
	1202	Universidad del Atlántico	1	1	1	Constante
	1213	Universidad del Magdalena	1	1	1	Constante
	1209	Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta	1	1	1	Constante
	1117	Universidad Militar Nueva Granada	1	1	1	Constante
	2102	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	1	1	1	Constante
	1101	Universidad Nacional de Colombia	1	1	1	Constante
	1120	Universidad Popular del Cesar	1	1	1	Constante
Grupo B	1201	Universidad de Antioquia	0,411	1	0,411	Decreciente
	1122	Universidad del Pacífico	0,259	1	0,259	Decreciente
	1210	Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña	0,876	1	0,876	Decreciente
Grupo C	1205	Universidad de Cartagena	0,756	0,761	0,993	Decreciente
	1113	Universidad de Córdoba	0,508	0,511	0,999	Decreciente
	1214	Universidad de Cundinamarca	0,777	0,971	0,801	Decreciente
	1115	Universidad de la Amazonía	0,569	0,699	0,814	Decreciente
	1218	Universidad de la Guajira	0,396	0,697	0,569	Decreciente
	1119	Universidad de los Llanos	0,438	0,634	0,692	Decreciente
	1206	Universidad de Nariño	0,928	0,956	0,971	Decreciente
	1212	Universidad de Pamplona	0,734	0,739	0,993	Decreciente
	1217	Universidad de Sucre	0,734	0,968	0,759	Decreciente
	1110	Universidad del Cauca	0,390	0,394	0,991	Decreciente
	1208	Universidad del Quindío	0,633	0,640	0,989	Decreciente
	1207	Universidad del Tolima	0,790	0,801	0,987	Decreciente
	1203	Universidad del Valle	0,590	0,615	0,959	Decreciente
	1301	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	0,934	0,971	0,963	Decreciente
	1204	Universidad Industrial de Santander	0,827	0,959	0,863	Decreciente
	1105	Universidad Pedagógica Nacional	0,858	0,879	0,976	Decreciente
	1106	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	0,696	0,818	0,851	Decreciente
	1114	Universidad Surcolombiana	0,684	0,707	0,968	Decreciente
1111	Universidad Tecnológica de Pereira	0,628	0,632	0,994	Decreciente	
1118	Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	0,513	0,553	0,929	Decreciente	
1121	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	0,792	0,942	0,841	Decreciente	

Fuente: elaboración propia

Para el año 2021 se evidencia que las universidades eficientes (grupo A) son: Universidad de Caldas, Universidad del Atlántico, Universidad del Magdalena, Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta, Universidad Militar Nueva Granada,

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Popular del Cesar, lo que equivale a un 25,00%.

Para este año solo 3 universidades han experimentado mala gestión en los recursos asignados (grupo B) las cuales son: Universidad de Antioquia, Universidad del Pacífico y la Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña. Finalmente, las demás universidades que no son eficientes para este año corresponden a un 65,63% de las universidades estudiadas.

Tabla 9. Análisis DEA 2022.

	Universidades		2022			
			ET	EPT	SE	Retornos a Escala
	Codigo	Nombre	CCR	BCC		
Grupo A	1206	Universidad de Nariño	1	1	1	Constante
	1213	Universidad del Magdalena	1	1	1	Constante
	1301	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1	1	1	Constante
	1209	Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta	1	1	1	Constante
	1210	Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña	1	1	1	Constante
	1117	Universidad Militar Nueva Granada	1	1	1	Constante
	2102	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	1	1	1	Constante
	1114	Universidad Surcolombiana	1	1	1	Constante
Grupo B	1201	Universidad de Antioquia	0,236	1	0,236	Decreciente
	1112	Universidad de Caldas	0,884	1	0,884	Decreciente
	1217	Universidad de Sucre	0,890	1	0,890	Decreciente
	1202	Universidad del Atlántico	0,926	1	0,926	Decreciente
	1122	Universidad del Pacífico	0,343	1	0,343	Decreciente
	1101	Universidad Nacional de Colombia	0,668	1	0,668	Decreciente
	1106	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	0,769	1	0,769	Decreciente
	1204	Universidad Industrial de Santander	0,997	1	0,997	Decreciente
Grupo C	1205	Universidad de Cartagena	0,877	0,881	0,995	Decreciente
	1113	Universidad de Córdoba	0,618	0,619	0,999	Decreciente
	1214	Universidad de Cundinamarca	0,700	0,967	0,724	Decreciente
	1115	Universidad de la Amazonia	0,611	0,704	0,867	Decreciente
	1218	Universidad de la Guajira	0,673	0,767	0,877	Decreciente
	1119	Universidad de los Llanos	0,480	0,645	0,744	Decreciente
	1212	Universidad de Pamplona	0,723	0,727	0,994	Decreciente
	1110	Universidad del Cauca	0,542	0,568	0,953	Decreciente
	1208	Universidad del Quindío	0,827	0,842	0,983	Decreciente
	1207	Universidad del Tolima	0,881	0,893	0,987	Decreciente
	1203	Universidad del Valle	0,643	0,795	0,809	Decreciente
	1105	Universidad Pedagógica Nacional	0,712	0,768	0,927	Decreciente
	1120	Universidad Popular del Cesar	0,718	0,766	0,938	Decreciente
	1111	Universidad Tecnológica de Pereira	0,761	0,772	0,986	Decreciente
1118	Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	0,535	0,575	0,931	Decreciente	
	1121	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	0,902	0,959	0,941	Decreciente

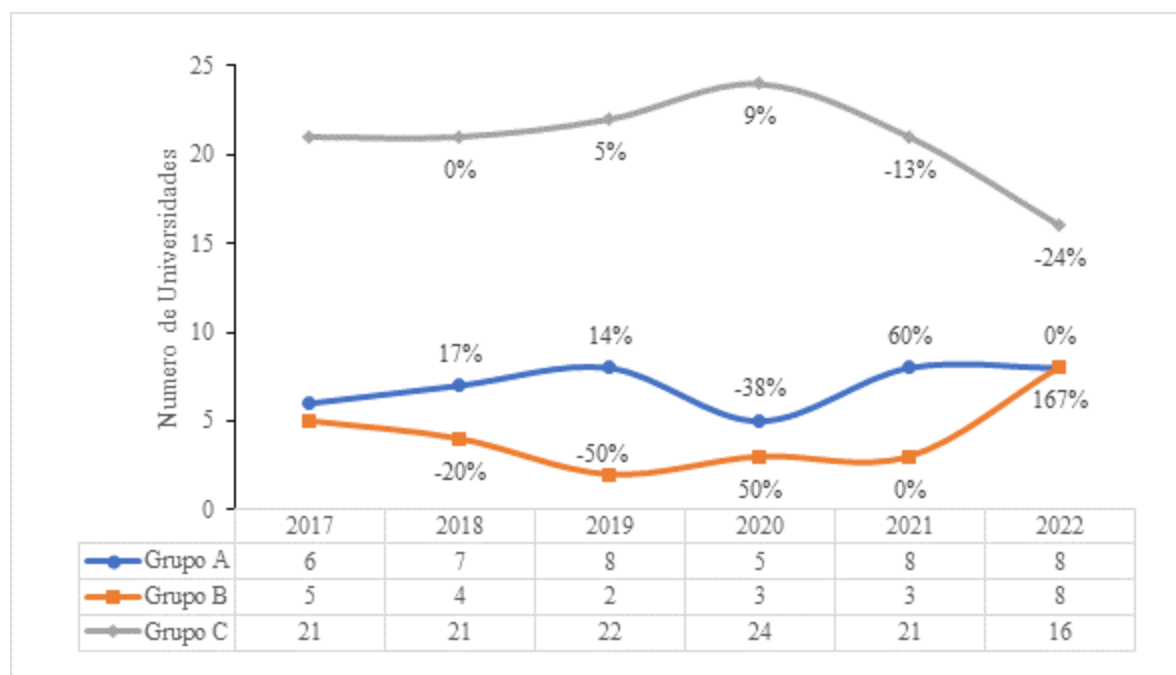
Fuente: elaboración propia

En el año 2022, se observó la disminución más significativa de universidades con bajos niveles de eficiencia, con un total de 16 instituciones clasificadas en el grupo C, representando el 50% del total evaluado. Esto marcó el porcentaje más bajo registrado en comparación con años anteriores. Entre estas instituciones se incluyen: Universidad de

Cartagena, Universidad de Córdoba, Universidad de Cundinamarca, Universidad de la Amazonía, Universidad de la Guajira, Universidad de los Llanos, Universidad de Pamplona, Universidad del Cauca, Universidad del Quindío, Universidad del Tolima, Universidad del Valle, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Popular del Cesar, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba y la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Además, el año 2022 también se destacó por el aumento de universidades que mostraron una gestión deficiente de recursos, clasificadas en el grupo B. En total, 8 universidades representaron el 25% de las instituciones estudiadas. Estas incluyen: Universidad de Antioquia, Universidad de Caldas, Universidad de Sucre, Universidad del Atlántico, Universidad del Pacífico, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y la Universidad Industrial de Santander. Finalmente, las demás universidades evaluadas en este año demostraron un nivel de eficiencia global.

Ilustración 8. Análisis global modelo DEA.



Fuente: elaboración propia

En los grupos mencionados previamente exhibieron un comportamiento variable durante el período de estudio. En el caso del grupo C, que abarca la ineficiencia de las

universidades, se observó un aumento progresivo en el número de universidades ineficientes del año 2018 al año 2020, con incrementos del 5% y 9%, respectivamente; posteriormente, se produjo una disminución hasta el año 2022, con caídas del 13% y el 24%, respectivamente. Este patrón puede interpretarse como un indicativo de que, en los primeros años, cuando hubo un aumento en la variación, las universidades no estaban siendo eficientes en la gestión de sus recursos (inputs). Sin embargo, este problema comenzó a mejorar en los años siguientes, posiblemente debido a la mejora en la dirección de las universidades y/o a una gestión más efectiva del presupuesto asignado.

En los grupos A y B, se observa una relación inversa. Cuando aumenta el número de universidades en el grupo A (que refleja la eficiencia global), disminuye el número de universidades en el grupo B (que representa la mala gestión de recursos, pero con eficiencia técnica pura). A lo largo del período de estudio, en el grupo A, hubo una disminución en la eficiencia global de las universidades en el año 2020, con una caída del 38%. Sin embargo, en el siguiente período, se registró un aumento en el número de universidades con eficiencia, con un crecimiento del 60%. Por otro lado, en el grupo B, el mayor decrecimiento se produjo en el año 2019, con una disminución del 50%. El aumento más significativo en el número de universidades en este grupo se observó en el año 2022, con un crecimiento del 167%. Esta tendencia inversa sugiere una relación compleja entre la eficiencia global y la eficiencia técnica pura en estas instituciones durante el período.

Índice de Malmquist

Tabla 10. Índice de Malmquist.

		IM				
Código	Institución Educativa	2018	2019	2020	2021	2022
1201	Universidad de Antioquia	1,01	0,70	3,72	0,25	0,67
1112	Universidad de Caldas	0,98	0,95	0,26	3,22	1,04
1205	Universidad de Cartagena	0,98	0,89	0,86	1,29	1,06
1113	Universidad de Córdoba	0,99	0,55	1,28	0,93	1,10
1214	Universidad de Cundinamarca	0,90	0,92	0,94	1,40	0,87
1115	Universidad de la Amazonía	0,94	1,03	0,55	2,10	1,00
1218	Universidad de la Guajira	1,04	0,91	0,79	0,99	1,61
1119	Universidad de los Llanos	0,71	1,16	0,70	1,35	0,98
1206	Universidad de Nariño	1,21	1,00	1,48	0,74	0,96
1212	Universidad de Pamplona	1,02	0,95	1,00	1,27	0,95
1217	Universidad de Sucre	0,96	1,06	0,98	1,14	1,10
1202	Universidad del Atlántico	1,06	0,79	0,87	1,92	0,63
1110	Universidad del Cauca	0,74	1,13	1,25	0,74	1,27
1213	Universidad del Magdalena	0,90	0,96	1,04	1,14	0,98
1122	Universidad del Pacífico	0,84	0,42	2,49	0,35	1,24
1208	Universidad del Quindío	0,59	0,91	0,89	1,02	1,19
1207	Universidad del Tolima	1,00	1,02	0,96	0,98	1,01
1203	Universidad del Valle	0,86	1,07	0,88	1,02	1,04
1301	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	0,93	0,92	0,92	0,86	1,03
1209	Universidad Francisco de Paula Santander - Principal Cúcuta	0,92	0,92	0,99	1,04	0,93
1210	Universidad Francisco de Paula Santander - Seccional Ocaña	1,03	1,06	0,97	0,96	1,31
1204	Universidad Industrial de Santander	2,85	0,29	1,00	0,85	1,17
1117	Universidad Militar Nueva Granada	0,90	1,06	0,95	0,99	1,00
2102	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	0,65	1,02	1,38	0,86	0,99
1101	Universidad Nacional de Colombia	0,98	1,00	1,01	0,80	0,78
1105	Universidad Pedagógica Nacional	0,98	1,00	0,98	1,15	1,01
1106	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	1,01	1,05	1,00	0,90	1,15
1120	Universidad Popular del Cesar	1,57	0,51	1,10	2,18	0,64
1114	Universidad Surcolombiana	0,89	0,98	1,06	1,04	1,32
1111	Universidad Tecnológica de Pereira	0,91	0,95	0,98	1,02	1,03
1118	Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba	0,72	1,60	0,86	1,13	0,97
1121	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	1,00	1,18	1,04	1,06	1,03

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento constante en el número de universidades con un Índice de Malmquist (IM) superior a 1 en los años estudiados. En 2018, clasificaron 9 universidades en esta categoría, en 2019 fueron 12, en 2020 disminuyó a 11, y en 2021 y 2022 se mantuvo constante con 18 universidades.

Los años 2021 y 2022 destacan por presentar el promedio más alto de eficiencia técnica. Durante estos años, 18 universidades lograron mejorar su eficiencia en un 56,25% del total de universidades. En el año 2021, ninguna universidad mantuvo su eficiencia, mientras que, en 2022, solo dos universidades pudieron hacerlo. Cabe resaltar la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, que mantuvo o incluso mejoró su eficiencia en todos los años del período de estudio. Su índice de eficiencia se mantuvo en un rango de 1 a 1,18, lo

que subraya su desempeño destacado en términos de productividad de eficiencia a lo largo del estudio.

Tobit

Tabla 11. Resultados Tobit

Variable	Estimación	Error estándar	Valor t	
Acreditación	0,1445	0,0485	2,9795	**
Distancia a la capital	0,1052	0,0396	2,6516	**
NBI Total	-0,0039	0,0012	-3,2299	**

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis desde la perspectiva ambiental de la eficiencia se tiene en cuenta variables socioeconómicas, demográficas y de avance universitario, el Consejo nacional de acreditación cualifica a las universidades desde una perspectiva de calidad educativa, como se vio en los hechos estilizados 26 universidades acreditadas de las 32 con lo que se demuestra la importancia y se ve la significancia en los resultados de la regresión del modelo, así como también se ve un factor importante al momento de analizar la distancia a la capital; contrario a documentos como Galvis (2015), donde la correlación es inversa, puesto que las universidades se encuentran en centros urbanos y el acceso a la educación superior es más factible en zonas ajenas que en la misma capital, en cuanto a infraestructura y movilidad, es más factible la misma inmersión al estar en una zona más alejada al país, con lo que se demuestra que en nuestro análisis empírico, hay una significancia positiva para el estudio.

Finalmente, las necesidades básicas insatisfechas juegan un papel importante al momento de hacer la correlación entre la eficiencia y el resultado obtenido, debido a que a mayor NBI hay un relación inversa con los resultados de eficiencia, se debe evaluar el ambiente socioeconómico de la población estudiantil ya que el tener un ingreso de inversión estatal o políticas de gratuidad no garantiza que los estudiantes se inscriban u obtengan resultados que satisfagan la productividad requerida para la nación.

Conclusiones

El presente estudio estimó la eficiencia del gasto público en la calidad de la educación superior en Colombia para el periodo 2017-2022, en el cual se evidenció que: Desde las variables utilizadas en el desarrollo de la metodología de análisis de datos envolventes (DEA), el 64% de las universidades son ineficientes, por lo que se debe evaluar más a fondo el uso de los recursos, puesto que se podría mejorar la administración en algunas universidades evaluadas, pues; los resultados tienen potencial de mejorar, para sectores como docencia o investigación, claves para tener una educación de calidad que sea óptima en el largo plazo. Con los resultados del modelo Tobit, se evidencia que variables ambientales y sociodemográficas pueden afectar los resultados de eficiencia en la calidad obtenida, por lo que es necesario ver políticas que introduzcan de manera íntegra variables que no solo vayan hacia la inversión, dado que más allá de analizar al estado como proveedor, se recomienda canalizar los potenciales de las administraciones de cada universidad para que puedan alcanzar estándares de calidad en el sector educativo.

El índice de Malmquist suministra como los aumentos en presupuesto generaron resultados de mayor eficiencia en el periodo 2018-2022 en base al año 2017, en promedio 9 universidades de las 32 son productivamente eficientes a comparación del año 2017, la ley 30 de 1992 establece que las universidades públicas son autónomas en el manejo de los recursos que recibe del estado, por lo que son ellas quienes tienen la oportunidad de mejorar la administración para la inversión estatal que desea productos óptimos en el bienestar social como la educación, así como se debe mejorar políticas dadas hacia la ciudadanía, deben ahondar en cómo se relaciona el ciudadano y tratar de amortizar sus deficiencias, siendo que la inversión pueda cumplir los estándares establecidos y no tener rezagos, el trabajo debe ser multidireccional y no solo unidireccional hacia el aumento del presupuesto en un solo sector, para que pueda mejorar el gasto hacia todos los sectores de manera ecuánime.

Finalmente, recomendamos a futuros investigadores contemplar otras mediciones y técnicas econométricas donde exista la diversificación de variables para generar una discusión más amplia de la eficiencia en calidad de la educación superior, dando otras perspectivas del tema, para generar una visión más clara de la discusión.

Referencias

- Rodríguez Maturana, A., & Arias Coronel, E. (2020). EFICIENCIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS OFICIALES DE BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA DEL DISTRITO DE CARTAGENA (COLOMBIA) MEDIANTE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) ENTRE EL AÑO 2015 Y 2018. Obtenido de <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/5960>
- Agasisti, T. (2014). The Efficiency of Public Spending on Education: an empirical comparison of EU countries. *European Journal of Education* , 49(4), 16. doi:10.1111/ejed.12069
- Ahumada De La Rosa, Gambo & Guerrero , V. (2018). *Calidad de la educación superior en Colombia: eficacia de algunos programas académicos presenciales y a distancia en las pruebas saber PRO*. Bogota D.C: Sello Editorial UNAD.
- Ayala, M. (2010). Financiamiento de la educación superior en Colombia reflexiones para un próximo futuro. *Revista de la Educación Superior*, 89-102.
- Bastias-Aguilera, H., Salazar-Espinosa, C., & Améstica-Rivas, L. (2020). Eficiencia investigativa en las universidades de Chile. *DIMENSIÓN EMPRESARIAL*.
- Becker, G. (1964). *El capital humano: un análisis teórico y empírico a la educación*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Becker, G. (1990). Human Capital, Fertility, and Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 1-18. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2937630>
- Benavides, D. C. (10 de 04 de 2013). *Eficiencia del Gasto Público en Educación en Colombia. Un Análisis a Nivel Departamental para los Años 2005 y 2010*. doi:<https://hdl.handle.net/10893/5967>
- Cardona, Marleny, Montes , I., Vásquez, J., Villegas , N., & Brito , T. (2007). *Capital Humano: Una mirada desde ka educación y la experiencia laboral* . Obtenido de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/cuadernos-investigacion/article/view/1287/1166>
- CNA. (2008). *Acreditación Institucional*. Bogotá: MEN .
- De Pablos, L., & Gil, M. (2007). Incidencia del gasto público en Educación Superior desde una perspectiva regional. *Urban Public Economics Review*, 59-101.
- Erazo, G. (2013). *Docencia, investigación y proyección social: Funciones fundamentales de la Universidad*. Barcelona: Académica Española.
- Escorcía, R., Visbal, D., & Agudelo, J. (2015). Eficiencia en las instituciones educativas públicas de la ciudad de Santa Marta (Colombia) mediante “Análisis Envolverte de Datos”. *Revista chilena de ingeniería*, 579-593.

- Ferro, G., & D'Elia, V. (2020). Higher Education Efficiency Frontier Analysis: A Review of Variables to Consider. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 13(3), 140-153. doi:<http://dx.doi.org/10.7160/eriesj.2020.130304>
- Función Pública . (s.f.). *Glosario*. Obtenido de Presupuesto General de la Nación (PGN): https://www.funcionpublica.gov.co/glosario/-/wiki/Glosario+2/Presupuesto+General+de+la+Naci%C3%B3n+%3COPEN_PARENTHESES%3E#~:text=Es%20el%20instrumento%20de%20manejo,las%20reglas%20para%20su%20ejecuci%C3%B3n.
- Galvis, L. (2015). La eficiencia del gasto público en educación en Colombia. *Revista Economía & Región* , 75-98.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (s.f.). *Acerca del examen Saber Pro*. Obtenido de <https://www.icfes.gov.co/acerca-del-examen-saber-pro#:~:text=El%20examen%20de%20Estado%20de,los%20distintos%20programas%20profesionales%20universitarios>.
- Iregui, A., Melo, L., & Jorge, R. (2006). *Evaluación y análisis de eficiencia de la educación en Colombia*. Bogotá, D.C.: Banco de la Republica.
- Ley 30 de 1992. (29 de diciembre de 1992). *Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior*. D.O. No. 40.700.
- Londoño, L., & Giraldo, Y. (2009). Análisis Envolvente de Datos -DEA- : Una aplicación al sector de telecomunicaciones de países de medianos ingresos. *Ecos de Economía*, 53-73.
- Marginson, S., Cantwell, B., & Smolentseva, A. (2018). *High Participation Systems of Higher Education*. Oxford University Press.
- Melo Becerra, L. A., Ramos Forero, J. E., & Hernández Santamaría, P. O. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 78, 59-111.
- Melo, L., Ramos, J., & Hernández, P. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Revista de Desarrollo y Sociedad*, 59-111.
- Mincer, J. (1974). *Escolaridad, experiencia e ingresos. Comportamiento humano e instituciones sociales Vol 2*. RIE. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?id=ED103621>
- MinHacienda . (2021). Presupuesto en Educación. *Observatorio EXE* , 6.
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Obtenido de <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/>
- Mokate, K., & Castro, R. (2003). *Evaluación económica y social de proyectos de inversión* (Segunsa ed.). (Universidad de los Andes, Ed.) Bogotá: Ediciones Uniandes: Alfaomega Colombiana S.A.

- Morales Avalos, J., Zúñiga Aquin, S., & Garcia Martinez, V. (2016). Hacia una calidad educativa: indicadores de eficiencia y eficacia en México. *Boletín de la Universidad Autónoma de estado de Hidalgo, IV*, 10-17. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icshu/n8/index.html>
- Musgrave, R. (1939). *THE VOLUNTARY EXCHANGE THEORY OF PUBLIC ECONOMY*. The Quarterly Journal of Economics,. doi:<http://www.jstor.org/stable/1882886> .
- Musgrave, R. (1971). *Hacienda publica tórica y aplicada* . Madrid: McGraw-hill.
- Nina, O., Molina, O., Barrientos, P., & Aguilar, P. (2006). ¿Es equitativa en Bolivia la asignación del gato público en educación? *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 57-96.
- Ortega, J., Valencia, N., & Jorge, H. (2022). Factores explicativos de la calidad de la educación media: análisis del caso de Córdoba, en Colombia. *Revista Educar*, 221-236.
- Restrepo, M., & Villegas, J. G. (2010). *Análisis Envolvente de Datos: Introducción y herramienta pública para su utilización*. Universidad de Antioquia .
- UNESCO. (2008). *Reflexiones en torno a la evaluación de la calidad educativa en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile : Salesianos Impresores S.A.
- Visbal, D., Mendoza, A., & Causado, E. (2016). Eficiencia en las instituciones de educación superior públicas colombianas: una aplicación del análisis envolvente de datos. *Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 105-118.
- Wooldridge, J. (2009). *Introducción a la econometría: Un enfoque moderno*. CENGAGE Learning.