

Análisis de la eficiencia en la Tercera Misión de las Universidades Públicas Estatales en México mediante DEA y supereficiencia

Measuring Third-Mission efficiency in Mexico's Public State Universities: a DEA and super-efficiency approach efficiency

Maribel González Cadena¹ , Angélica María Vázquez Rojas² ,
Víctor Hugo Guadarrama Atrizco³ 



Artículo de Investigación

Fecha Recibido
9 de abril de 2025

Fecha Aprobado
25 de noviembre de 2025

Fecha Publicación
14 de diciembre de 2025

Creative Commons
Reconocimiento-
NoComercial-
SinObraDerivada 4.0
Internacional

Consulte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

OPEN ACCESS



Resumen

Problemática. La eficiencia en la educación superior en México se ha evaluado mediante indicadores de calidad y la acreditación de programas educativos, con base en la Primera y Segunda Misión. No obstante, González y Vázquez (2020) analizaron la eficiencia de las Universidades Públicas Estatales con respecto a la Tercera Misión, mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA); sin embargo, la técnica no permitió obtener un ranking completo sobre su desarrollo. **Objetivos.** Identificar el nivel de eficiencia de las Universidades Públicas Estatales (UPES) en México en las actividades de la Tercera Misión, por medio del Análisis Envolvente de Datos y la técnica de supereficiencia para establecer un ranking válido entre las unidades de análisis.

1 Escuela Superior de Tizayuca, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tizayuca, México. Licenciada en Contaduría y Doctora en Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. maribel_gonzalez4257@uaeh.edu.mx, @MaribelGlezC, <https://orcid.org/0000-0001-5371-0442>

2 Licenciada en Economía, Doctora en Economía y Máster en Desarrollo Económico y Políticas Públicas, Universidad Autónoma de Madrid, Instituto de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. angelica_vazquez4048@uaeh.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0003-2907-5383>

3 Licenciado en Economía y Doctor en Economía y Gestión de la Innovación, Universidad Autónoma Metropolitana. Escuela Superior de Tizayuca, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, victor_guadarrama@uaeh.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0001-9125-7677>

Materiales y métodos. Se emplearon los modelos de emprendimiento, innovación y compromiso social en las veintiún Universidades Públicas Estatales (UPES) en México, que fueron evaluadas por medio de la técnica de supereficiencia. **Resultados.** Los resultados muestran que el 52% de las UPES son eficientes en el modelo con todos los inputs y outputs. Al analizar por separado, el modelo de innovación destaca, mientras que emprendimiento y compromiso social presentan resultados similares.

Discusión. La técnica de la supereficiencia para el reforzamiento del DEA, permite obtener un *ranking* de las UPES de sus actividades de la Tercera Misión; no obstante, no organiza completamente a las unidades, sino que solo las agrupa por resultados similares. **Conclusiones.** Aunque existe escasa información cuantitativa sobre las actividades de la Tercera Misión, las IES han mejorado sus resultados y pueden continuar incrementando su eficiencia. Esta investigación aporta evidencia a la literatura sobre la eficiencia de las UPES en México.

Contribución/originalidad. Este artículo es uno de los primeros en emplear la técnica de la supereficiencia, como método de reforzamiento en la educación superior en México para medir su eficiencia.

Palabras claves: Análisis envolvente de datos (DEA); Supereficiencia; Tercera Misión (educación superior); Evaluación del desempeño; Emprendimiento universitario; Innovación; Compromiso social.

Códigos JEL I29

Abstract

Problematic. Efficiency assessments in Mexican higher education have focused largely on First- and Second-Mission indicators (teaching and research). Prior DEA-based analyses of Public State Universities (UPES) addressed Third-Mission performance but could not produce a complete ranking of development objectives. **Objective.** To estimate Third-Mission efficiency among UPES and

Cómo citar este artículo /
To reference this article:

Cómo citar este artículo / To reference this article: González Cadena, M., Vázquez Rojas, A.M., Guadarrama Atrizo, V.H. (2025). Análisis de la eficiencia en la Tercera Misión de las Universidades Públicas Estatales en México mediante DEA y supereficiencia. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 12(2), e-1260. <https://doi.org/10.22579/23463910.1260>

generate a discriminating ranking using Data Envelopment Analysis augmented with super-efficiency. **Materials and Methods.** We specified three models—entrepreneurship, innovation, and social commitment—and applied them to twenty-one UPES in Mexico. Efficiency scores were obtained via DEA with super-efficiency to enhance discrimination among decision-making units. **Results.** Overall, 52% of UPES were efficient in the combined inputs-and-outputs specification. In disaggregated analyses, the innovation model exhibited the strongest performance, while entrepreneurship and social commitment yielded comparable efficiency patterns. **Discussion.** Super-efficiency improves DEA's discriminatory power and supports a practical ranking of UPES in Third-Mission activities; nonetheless, it clusters institutions with similar scores rather than fully ordering all units. **Conclusions.** Despite limited quantitative data on Third-Mission activities, UPES show efficiency gains and scope for further improvement. The study contributes empirical evidence on Third-Mission efficiency in Mexico's state university system. **Contribution / Originality.** This article is one of the first to use the super efficiency technique as a reinforcement method in Higher Education in Mexico to measure its efficiency

Cómo citar este artículo /
To reference this article:

Cómo citar este artículo / To reference this article: González Cadena, M., Vázquez Rojas, A.M., Guadarrama Atrizco, V.H. (2025). Análisis de la eficiencia en la Tercera Misión de las Universidades Públicas Estatales en México mediante DEA y supereficacia. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 12(2), e-1260. <https://doi.org/10.22579/23463910.1260>

Keywords. Data envelopment analysis (DEA); Super-efficiency; Third Mission (higher education); Performance evaluation; University entrepreneurship; Innovation; Social engagement.

JEL Codes I29

Introducción

En la era actual, las Universidades Públicas Estatales (UPES) en México atraviesan transformaciones importantes en su enfoque y contribución a la comunidad, por medio de su Tercera Misión que, de acuerdo con Zomer y Benneworth (2011) y

Sánchez-Barrioluengo y Benneworth (2019), incluye una serie de actividades enfocadas a la creatividad y generación de empleo (emprendimiento), y a la creación, implementación, uso y aprovechamiento del conocimiento y tecnología (innovación), por medio de su vinculación con la sociedad (compromiso social). Las Instituciones de

Educación Superior (IES) que históricamente se han enfocado en la enseñanza y la investigación (Primera y Segunda Misión), han evolucionado hasta convertirse en el principal actor del avance económico y social del país, mostrando su habilidad para generar un impacto concreto en las comunidades a nivel local, regional, nacional e internacional.

El emprendimiento se ha convertido en una de las columnas fuertes de la Tercera Misión de las universidades. Ya que han reconocido la importancia de estimular la creatividad y la generación de empleo; en este sentido, un importante número de universidades han establecido programas de apoyo al emprendimiento y la creación de empresas. A través de incubadoras y aceleradoras, proporcionan recursos y mentoría para estudiantes, académicos y egresados interesados que desean transformar sus ideas en emprendimientos exitosos. Estas acciones no solo fomentan la innovación, además, contribuyen a diversificar la economía y establecer entornos acordes a sus regiones.

La innovación ocupa un papel crucial en la agenda de las IES; mediante la investigación aplicada y el intercambio tecnológico, se enfrentan a retos específicos y se buscan proporcionar soluciones que impactan en múltiples áreas. La participación de diversas disciplinas con el sector empresarial favorece la transferencia de los progresos académicos a la práctica y la creación de productos y servicios que satisfacen demandas reales. Esta

capacidad de transformar el conocimiento en soluciones tangibles no solo vigoriza el prestigio de las universidades; además, contribuye a la competitividad de la economía nacional.

El compromiso social, como un aspecto de su responsabilidad proactiva en la sociedad, fomenta iniciativas de extensión universitaria que tratan asuntos sociales y ambientales. Mediante proyectos de servicio comunitario, formación y educación para grupos desfavorecidos, así como a través de la participación en programas de desarrollo sostenible, estas IES evidencian su dedicación hacia el bienestar y la justicia social. Esta correlación con la sociedad no solo aumenta el impacto de su influencia, sino que instruye personas conscientes y comprometidas.

En síntesis, las UPES en México están experimentando una transformación profunda a través de su Tercera Misión. Estas acciones evidencian el desarrollo de su función en la sociedad y muestran su habilidad para colaborar de manera relevante en el progreso económico y social del país. Su enfoque para fomentar la creación de empresas, la generación de conocimiento aplicado y la participación en la resolución de problemas sociales las posiciona como agentes de cambio y progreso en un contexto en constante evolución. En este sentido, el objetivo de este trabajo es analizar la eficiencia de las UPES en México en la ejecución de su Tercera Misión, a través de la técnica de supereficacia, como un medio para robustecer

los resultados obtenidos mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés, *Data Envelopment Analysis*) permitiendo así la clasificación precisa y ordenada de estas instituciones con base en su rendimiento en estas actividades fundamentales. Este trabajo desea responder a la siguiente pregunta: ¿Las Universidades Públicas Estatales como grupo qué tan eficientemente hacen uso de sus recursos humanos, materiales y financieros en las actividades de la Tercera Misión? Para contestar a esta interrogante se emplea la técnica de supereficiencia, con el propósito de contar con investigaciones sobre la eficiencia de las UPES con relación a su Tercera Misión que, suministre información provechosa a los tomadores de decisiones en la educación superior. Asimismo, esta investigación otorgará una contribución al conocimiento actual en la evaluación de la eficiencia en la educación superior y aportará *insights* notables para los tomadores de decisiones en esta área.

El presente trabajo se compone de cuatro apartados después de la introducción. El primer apartado presenta la revisión de la literatura, el segundo describe los materiales y método empleados, el tercero aborda el análisis y discusión de resultados, y el cuarto las conclusiones.

Contexto teórico

La evaluación de la eficiencia en la educación superior en México se ha enfocado en la medición de las actividades relacionadas con la enseñanza

y la investigación, es decir, la Primera y Segunda Misión, utilizando indicadores de calidad, a diferencia de países europeos, donde estiman la eficiencia de las IES a través de diversos sistemas de indicadores. Entre estos se encuentran la transferencia y la difusión del conocimiento y tecnología y el compromiso social con la sociedad, todo esto con la finalidad de que las universidades europeas coadyuven al desarrollo económico y social de la región.

En nuestro país, uno de los estudios empíricos donde se consideran indicadores que contribuyen al favorecimiento de la vinculación, la innovación y la cooperación social con el entorno, fue realizado por González y Vázquez (2020), quienes evaluaron la eficiencia técnica de 21 UPES mexicanas durante el período 2018-2019, mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA) que es una herramienta analítica que determina actuaciones eficientes e inefficientes, sobre todo cuando existen múltiples medidas de rendimiento de las DMU (por sus siglas en inglés, *Decision Making Unit*, término que hace referencia a todo tipo de organización, para evitar el uso de palabras como empresas y firmas, en el cual en su interior se toman decisiones), por medio de un programa matemático de optimización. Las autoras proponen cuatro modelos para identificar a las UPES que se localizan en la frontera de producción.

De los resultados obtenidos se destaca que, mientras se emplean todos los *outputs* e *inputs*, el 91.30% de las

UPES cuentan con mejores prácticas, en sentido de rendimientos variables a escala; en cambio, cuando se analizan por dimensión hay una disminución de las universidades que se localizan en la frontera de posibilidades de producción. Por ejemplo, en el modelo del emprendimiento solo catorce se situaron en este, mientras que en innovación continúan manteniendo su resultado nueve UPES con mejor eficiencia técnica; finalmente en la actividad del compromiso social, doce IES se consideran eficientes (González et al., 2020).

Dalili Yazdi et al. (2023) y Bolós et al. (2024), han concluido que el DEA, al calificar muchas DMUs como eficientes y en menor cantidad las ineficientes lleva a que sea complicado establecer un *ranking* completo y válido entre las unidades de análisis. Asimismo, estudios recientes señalan que una limitación que presente el DEA es cuando trabaja con una gran cantidad de variables, porque no puede discriminar las y a su vez ponderarlas (Xie et al., 2022; Iñiguez et al., 2022 y Adler y Yazhemsky, 2024).

Para resolver este problema, Martínez et al. (2012) afirman que se han establecido seis métodos que permiten analizar diferentes aspectos; aunque es posible que dichos métodos se hayan superpuesto con otros. Hosseinzadeh et al. (2013) identifican estos grupos y explican su utilidad. El primer método efectúa la evaluación por medio de una matriz de eficiencia cruzada, donde las DMUs son autoevaluadas y evaluadas por pares. En el

segundo, las unidades se apoyan en los pesos óptimos obtenidos del modelo multiplicador del DEA para su clasificación. En el tercero, se encuentra la supereficiencia, que se fundamenta en la idea de eliminar la unidad evaluada y analizar los cambios de la frontera. El cuarto, abarca métodos basados en *benchmarking*, para identificar las unidades que son ineficientes. El quinto, utiliza técnicas de estadística multivariante, aplicadas después de obtener los resultados por medio del DEA. La sexta y última, clasifica las unidades que no obtuvieron un mejor desempeño (1.00), a través de medidas proporcionales de ineficiencia.

En cuanto al uso de la técnica de la supereficiencia, se ha empleado en estudios relacionados con el sector de Cajas de Ahorro en España (Martínez et al., 2012), seguros en Eslovaquia (Zimbová, 2015), el sector bancario en Colombia (Sánchez-Gooding y Rodríguez-Lozano, 2016), en el sector de alojamiento en ciudades de Ecuador (Gutiérrez, 2021), en el Consejo de Cooperación del Golfo (Babazadeh y Pourmahmoud, 2018), y en la industria aérea con Tavassoli et al. (2021). En estos trabajos, los autores han concluido que la técnica de supereficiencia ayuda a obtener un *ranking* ordenado, como resultado de la aplicación del DEA; no obstante, alguno de ellos, exhiben que la supereficiencia no organiza a las DMUs, solo las agrupa como eficientes.

Con relación a la aplicación de la supereficiencia como método de reforzamiento del DEA, en las IES, Cáceres

et al. (2014) la utiliza en una universidad de Chile, obteniendo como resultado que disminuyera la eficiencia en un 46.67% en sus DMUs y, al mismo tiempo, cinco presentan un mejor resultado. Cadavid et al. (2015) evaluaron 32 universidades públicas en Colombia y emplearon la técnica de la supereficiencia como un método de reforzamiento, con la finalidad de obtener un *ranking* de IES con mejores resultados. Como se observa son muy pocos estudios en universidades que han aplicado este modelo para robustecer los resultados obtenidos con el DEA que coadyuven a la obtención de una clasificación ordenada. Bajo este esquema, se propone realizar este ejercicio en las UPES mexicanas que fueron analizadas mediante el DEA y que se desea clasificar estos resultados.

González et al. (2020) evaluaron las 21 UPES por medio de un modelo básico de rendimiento a escala (BCC, por sus siglas en inglés) con orientación al *output*. En este sentido, este trabajo de investigación considera a la supereficiencia como método de reforzamiento para obtener una clasificación ordenada y puntual de las UPES en México con base en las actividades de su Tercera Misión. Además, es importante señalar que actualmente se carece de estudios empíricos de universidades mexicanas, donde se emplee la técnica de supereficiencia, como una forma de medir la eficiencia de las IES; por lo anterior, este trabajo se posiciona como uno de los primeros en el contexto de la educación superior en nuestro país.

Materiales y métodos

La supereficiencia es un modelo creado por Andersen y Petersen (1993) y perfeccionado por Wilson (1995), consiste en eliminar la condición de los resultados de la eficiencia obtenida por el DEA a 1.00; por lo cual, las DMUs pueden obtener un puntuaje mayor a 1, cuando más se alejen de la unidad se consideran más eficiente (supereficiencia). En los últimos años, esta técnica ha sido mejorada con modelos apoyados en *slacks* (holguras) con la finalidad de evitar problemas de discontinuidad y viabilidad (Bolós, et al. 2023) y también se ha utilizado cuando la investigación presenta datos inciertos a través de versiones de supereficiencia basados en intervalos (Arana-Jiménez et al. 2024).

La técnica de la supereficiencia se basa en el DEA y consiste en excluir del conjunto de comparación de las DMUs que está siendo evaluadas. Esto permite que los valores de eficiencia de algunas unidades superen el valor de uno, lo que se denomina supereficiencia. Para Martínez et al. (2012, p. 360) “la diferencia entre el resultado de su eficiencia y el resultado de su supereficiencia indica el empeoramiento que podría soportar una DMU sin dejar de ser eficiente”.

De Asís Diez y Martín (2007), determinan que las DMUs que alcancen valores alejados del uno o valores a los que no se les pueda aplicar el modelo de superficiencia, conciernen a DMU atípicas con valores extremos (muy bajos o altos) que representan

unidades con errores de medida o incluso se consideran unidades que no son homogéneas con relación a las demás. Bajo este esquema, Martínez et al. (2012) especifican que el límite de este valor de acuerdo con Mancebón (1996) es de 0.8, es decir que una DMU se considera atípica cuando el resultado de su supereficiencia está muy alejado de 1.00 en las dos orientaciones del modelo.

Una de las ventajas de la supereficiencia, de acuerdo con Frías (2016, p.15) es que “este modelo ayuda a cuantificar la distancia de la DMU evaluada hasta una nueva frontera eficiente construida como combinación lineal del resto de unidades eficientes”. Dependiendo de cómo se mida dicha distancia, se obtienen diferentes métodos de supereficiencia, sobre todo depende de la orientación que tenga el DEA, ya que se obtienen resultados de eficiencia mayor o igual a la unidad para las unidades eficientes y valores menores a uno para las ineficientes para los casos de orientación a los *inputs*, en cambio, para la orientación a los *outputs*, además de los valores menores a uno se consideran aquellos que son iguales a la unidad. Por su parte, Minh et al. (2012) y Plá-Ferrando et al. (2014), argumentan que contar con un *ranking* completo de las DMU, diferente al modelo del DEA, permite la comparación de las DMUs eficientes con relación a una tecnología de referencia.

No obstante, autores como Martínez et al. (2012), deducen que este modelo presenta algunas desventajas, ya que el *ranking* obtenido a través de la

supereficiencia es por medio de multiplicadores diferentes y, por lo tanto, no se puede comparar. Por su parte Solana- Ibáñez (2011) señala que uno de los inconvenientes de este modelo es que tiende a generar resultados de eficiencia más elevados de lo normal. Sueyoshi (1999, como se citó en Martínez et al., 2012) sugiere que para evitar estos resultados se tiene que aplicar el método de las regiones de seguridad; sin embargo, Así et al. (2007, p. 46) mencionan que las DMUs que muestran “valores extremos representan unidades con errores de medida o unidades que no son homogéneas respecto a las demás”.

Por lo anterior, se realizará el cálculo de la supereficiencia empleando el modelo anterior. Andersen et al. (1993, como se citó en Martínez et al., 2012) expresan el modelo de supereficiencia, a través de la siguiente ecuación:

Figura 1. Modelo de supereficiencia

Max φ^{super}

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \varphi^{super} \\
 & \text{s. } \left\{ \begin{array}{ll} \sum^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0} & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum^n \lambda_j X_{rj} \geq \varphi^{super} \cdot y_{r0} & r = 1, 2, \dots, s \\ \lambda_j \geq 0 & j = 1, 2, \dots, n; j \neq 0 \\ \sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j = 1 & \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Fuente: Martínez et al. (2012).

Donde:

φ^{super} representa el índice de supereficiencia

$\sum^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$ restricción de insumos

$\sum^n \lambda_j X_{rj} \geq \varphi^{super} \cdot y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$ restricción del producto

$\sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j = 1$ restricción de convéxidad

La finalidad de este modelo es calcular la distancia más lejana donde se pueda situar una DMU eficiente con relación a la frontera de producción a partir del resto de las unidades evaluadas, es decir, excluye a la DMU evaluada por el DEA, lo que permite asignar valores mayores a 1 y, al obtener valores mayores a la unidad. este modelo coadyuva a obtener un *ranking* ordenado con los resultados de las DMUs eficientes.

Las unidades de análisis para este trabajo de investigación son 21 UPES que utilizaron González et al. (2020) para determinar la eficiencia a través de la metodología del DEA. Como la supereficiencia es una técnica de reforzamiento, es necesario utilizar los modelos que las autoras emplearon con anterioridad y que les permitió identificar a las UPES que se localizaron en la frontera de producción:

1. Modelo bs. Incluye 34 outputs. Emprendimiento: patentes concedidas y solicitadas; empresas incubadas; marcas, diseños industriales; derecho de autor; modelos de utilidad; empleados de empresas incubadas; fondo para empresas incubadas; asesorías; consultoría; usuarios que hicieron uso de las instalaciones; eventos

culturales y eventos artísticos. Innovación: proyectos con financiamiento externo; número de proyectos financiados por Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) o estancias externas; artículos publicados en el *Institute for Scientific Information* (ISI) y SCOPUS; número de organizaciones que participan en proyectos de investigación; docentes que participan en estancias de investigación saliente; alumnos que participan en estancias de investigación saliente; movilidad académica saliente; cursos de educación continua, sin considerar cursos de idiomas; posgrados que pertenecen al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC); número de alumnos que cursan un posgrado que pertenece al PNPC; egresados en búsqueda de empleo; satisfacción de egresados y convenios de colaboración en el último año. Por su parte, en Compromiso Social se considera: conferencias, tanto académicas como no académicas; programas de radio o televisión que realizan las UPES en el último año; notas periodísticas y medio ambiente. En cuanto a los inputs utilizados se consideran matrícula, Profesores de Tiempo Completo y Subsidio en educación (véase Anexo 1).

2. Modelo bse. Incluye sólo los outputs de la dimensión de emprendimiento, entre sus variables se encuentran: patentes (solicitadas y concedidas), marcas, diseños industriales y modelos de utilidad,

empresas incubadas y número de empleados en empresas incubadas, fondo para empresas incubadas, número de usuarios que utilizaron las instalaciones y asistencia a eventos culturales (véase Anexo 2).

3. **Modelo *bsi*.** Utiliza los *outputs* relacionados a la dimensión de la innovación: monto de proyectos financiados por CONAHCyT, número de proyectos de investigación, artículos publicados (ISI y SCOPUS), número de organizaciones que participan en los proyectos de investigación, estancia de investigación saliente (docentes y alumnos), docentes en movilidad saliente, cursos de educación continua, número de posgrados que pertenecen al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), alumnos inscritos en programas de posgrado que pertenecen al PNPC y número de convenios firmados (véase Anexo 3).
4. **Modelo *bscs*.** Estudia la dimensión de compromiso social emplea como variables de *outputs*: "número de convenios en el último año, número de conferencias impartidas, número de programas de radio y televisión, número de programas de radio, actividades relacionadas con el medio ambiente, personal capacitado en responsabilidad social, número de proyectos para comunidades vulnerables, número de personas beneficiadas en situaciones vulnerables y número de servicios para atender a la comunidad vulnera-

ble (véase Anexo 4)" (González et al., 2020).

5. La recolección de datos se realizó a través de la consulta de informes rectorales de las universidades; Planes de Desarrollo Institucionales (PDI); anuarios estadísticos 2018-2019 y finalmente la base de datos de EXECUM de la Universidad Nacional Autónoma de México (2017). Además, para el cálculo de la supereficiencia en todos los modelos se emplea el *software* DEA SOLVER-LV (V8) en Excel.

Resultados

Para la estimación de la supereficiencia se utilizan los modelos *bs*, *bse*, *bsi* y *bscs* con orientación hacia los *outputs* y rendimientos variables a escala, y para evitar el problema del ordenamiento de las DMUs con eficiencia igual a uno esta técnica se aplica únicamente a las unidades eficientes resultado del DEA (Martínez et al., 2012).

Bajo este contexto, la evaluación de la eficiencia en las UPES en México en la ejecución de su Tercera Misión reveló resultados significativos que destacan la heterogeneidad en el desempeño de estas instituciones en las áreas de emprendimiento, innovación y compromiso social. A través del modelo de supereficiencia, se logró una clasificación precisa y ordenada de las UPES con base en su rendimiento en estas dimensiones clave.

Primer modelo (*bs*). Este modelo que incluye todos los *inputs* y *outputs*. Con base en los resultados del DEA,

las UPES que se excluyen del cálculo de la supereficiencia son: la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) (0.997) y la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) (0.996). En el anexo 1 se presenta la base de datos de las UPES eficientes de acuerdo con el DEA. En la Tabla 1 se observan los resultados de la aplicación del DEA-SOLVER para estas 21 UPES.

Tabla 1. Resultados de supereficiencia en el modelo bs

| DMU | SUPEREFICbs | DMU | SUPEREFICbs |
|-------|-------------|--------|-------------|
| UJAT | 1 | UAEM | 1.076 |
| BUAP | 1.011 | UGTO | 1.082 |
| UAZ | 1.02 | UNISON | 1.086 |
| UDG | 1.021 | UABC | 1.089 |
| UANL | 1.021 | UACAM | 1.106 |
| UAQ | 1.026 | UABS | 1.109 |
| UNACH | 1.026 | ITSON | 1.126 |
| UV | 1.049 | UAA | 1.126 |
| UAEH | 1.058 | UADY | 1.126 |
| UACJ | 1.064 | UASLP | 1.527 |
| UACH | 1.07 | | |

Fuente: elaboración propia.

En el Modelo *bs* se observa que las universidades de Guanajuato (UGTO), Sonora (UNISON); Baja California (UABC), Campeche, (UACAM); Baja California Sur (UABS); Tecnológico de Sonora (ITSON), Aguascalientes (UAA); Yucatán (UADY) y San Luis Potosí (UASLP) obtuvieron valores mayores al límite establecido por Mancebón (1996) por lo que, son consideradas como DMUs atípicas por alcanzar puntajes alejados del 1.00. El resto de ellas (57.15%) mantienen su homogeneidad con relación a las actividades de la Tercera Misión.

En este sentido, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) es la Institución de Educación Superior que, al emplear todos los *inputs* y *outputs* exhibe un valor de 1.076, caso contrario para la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) que presenta un resultado igual al obtenido a través del DEA.

Segundo Modelo (bse). De este modelo solo incluye la dimensión de emprendimiento. Con base en los resultados del DEA, 14 UPES no alcanzaron su desempeño igual a la unidad, por lo tanto, no se toman en cuenta para cuantificar la supereficiencia. En el Anexo 2 se muestran las UPES que se incluirán. En la siguiente Tabla 2 se visualiza el resultado de la supereficiencia en el Modelo bse.

Tabla 2. Resultados de supereficiencia en el modelo bse

| DMUs | SUPEREFICbse |
|--------|--------------|
| ITSON | 1.006 |
| UNISON | 1.026 |
| UABC | 1.048 |
| UACJ | 1.078 |
| UAA | 1.236 |
| UADY | 1.239 |
| UGTO | 1.264 |
| UASLP | 1.266 |
| UDG | 1.45 |

Fuente: elaboración propia.

Para este modelo, el 50% de las IES analizadas lograron valores que rebasan el límite, es decir, se consideran atípicas y, como consecuencia su resultado está alejado de la unidad.

Cabe hacer mención que la Universidad de Guadalajara (UDG) es la IES con mayor puntaje, mientras que, el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) es la que tiene el menor (1.006).

Como se puede observar, en este modelo de emprendimiento, un número limitado de las UPES logró alcanzar valores de eficiencia por encima de la unidad, lo que indica que estas instituciones están sobre pasando las expectativas en términos de apoyo al emprendimiento y la creación de empresas. Sin embargo, se identifican que el Tecnológico de Sonora (ITSON), la Universidad de Sonora (UNISON); la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) se destacaron por su desempeño sobresaliente en esta área.

Tercer Modelo (bsi). De las 21 UPES que participan en esta investigación, nueve de éstas no participan en la medición de su supereficiencia en términos de innovación, debido a que no alcanzaron la puntuación igual a uno en su desempeño. Por lo anterior, 14 DMUs se les aplica la técnica de supereficiencia (véase Anexo 3). Con relación a los resultados obtenidos, en la Tabla 3 se puede visualizar la clasificación obtenida de manera ordenada y puntual.

Tabla 3. Resultados de supereficiencia en el modelo bsi

| DMU | SUPEREFICbsi | DMU | SUPEREFICbsi |
|------|--------------|-------|--------------|
| UDG | 1.002 | UACAM | 1.049 |
| UAQ | 1.019 | UACJ | 1.053 |
| UAEM | 1.022 | UAEH | 1.071 |

| DMU | SUPEREFICbsi | DMU | SUPEREFICbsi |
|------|--------------|-------|--------------|
| UAZ | 1.026 | UACH | 1.075 |
| UAA | 1.027 | ITSON | 1.082 |
| UABC | 1.032 | UABS | 1.117 |
| UV | 1.045 | UASLP | 2.051 |

Fuente: elaboración propia.

Esta es la categoría que tiene el menor número de DMUs atípicas (28.57%). Sin embargo, es importante destacar que la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) muestra un valor extremo (2.051) de más de una unidad con relación al resto de las DMUs, de acuerdo con Asis et al. (2007) puede ser por errores de medida o debido a la falta de homogeneidad con relación a las demás UPES. Mientras que la Universidad de Guadalajara (UDG), donde solo se incluyeron *outputs* de innovación obtiene un resultado muy cercano a la unidad (1.002).

Cuarto Modelo (bscs). En este modelo se evalúa la dimensión de compromiso social, solo participan doce UPES que se encuentran dentro de la frontera de producción de acuerdo con el DEA, esto representa el 52.17% del total de las DMUs que intervienen en esta investigación.

En el Anexo 6 se presentan las DMUs que son objeto de análisis en este modelo mientras en la Tabla 4 se describen los resultados de la supereficiencia.

Tabla 4. Resultados de supereficiencia en el modelo bscs

| DMU | SUPEREFICbscs |
|------|---------------|
| UABS | 1.008 |
| UV | 1.038 |

| DMU | SUPERFICbscs |
|--------|--------------|
| UADY | 1.054 |
| UAEH | 1.061 |
| UNACH | 1.07 |
| UAEM | 1.083 |
| UACH | 1.084 |
| UASLP | 1.105 |
| UNISON | 1.114 |
| ITSON | 1.133 |
| UACAM | 1.216 |
| UANL | 1.385 |

Fuente: elaboración propia.

En este modelo se observa que existen valores mayores al límite establecido por Mancebón (1996); sin embargo, la Universidad de Baja California Sur (UABS), la Universidad Veracruzana (UV), la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), es decir el 41.67% de las IES analizadas mantienen su homogeneidad con relación a las actividades relacionadas con el compromiso social. No obstante, no presentan resultados de eficiencia más elevados de lo normal y, se considera que no es necesario aplicar el método de regiones de seguridad propuesto por Sueyoshi (1999, como se citó en Martínez et al., 2012),

En resumen, los resultados proporcionaron una visión detallada del desempeño de las UPES en México en las actividades de emprendimiento, innovación y compromiso social. Estos hallazgos no solo tienen implicaciones importantes para las propias instituciones, sino que también ofrece información valiosa para los responsables

de decisiones en el ámbito de la educación superior en el país.

Discusión

Por medio de la supereficiencia, como método de reforzamiento de los resultados obtenidos por el DEA, se ha obtenido un *ranking* ordenado de las UPES que realizan actividades de la Tercera Misión en México. Sin embargo, como bien lo señalan los diferentes autores que han empleado la técnica de la supereficiencia como un método de reforzamiento refieren que no permite organizar a las DMUs, sino solo se pueden asociar por su resultado.

En este sentido, se advierte que cinco UPES se consideran eficientes en tres modelos distintos. En los modelos *bs*, *bse* y *bsi* se incluye a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ); por otro lado, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y la Universidad Veracruzana (UV) exhiben su eficiencia en los modelos *bs*, *bsi* y *bscs*. Por último, la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) enfatiza sus resultados en los modelos *bse*, *bsi* y *bscs*. Las UPES que presentan similitudes en los modelos *bs* y *bsi* son: la Universidad de Guadalajara (UGD), la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ); en el caso de los modelos *bs* y *bscs* se encuentra la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Esto significa que el 33.33%

de la UPES que formaron parte de este análisis siguen siendo eficientes en al menos dos modelos y, el 19.04% en tres modelos.

Cuando se dispone de los resultados que ofrece la supereficiencia, es fundamental hacer una comparación con los resultados proporcionados por el DEA, para determinar si hay una disminución o incremento en las UPES que se consideran eficientes. En la Tabla 5, se observan los resultados de ambas técnicas.

Tabla 5. Resultados de la eficiencia a través del DEA y supereficiencia

| Modelo | ACP-DEA | Supereficiencia |
|--------|---------|-----------------|
| bs | 21 | 11 |
| bse | 14 | 4 |
| bsi | 9 | 11 |
| bscs | 12 | 5 |

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, a través de la supereficiencia se identifica que, en el modelo bsi, donde solamente se emplean outputs relacionadas a la innovación, es la dimensión que exhibe mejores resultados de la eficiencia. Esto podría ser porque los indicadores utilizados también se ocupan en las evaluaciones y acreditaciones de los programas educativos (patentes, movilidad docentes-alumnos, programas pertenecientes al PNPC y alumnos inscritos en programas del PNPC); sin embargo, estas evaluaciones no son consideradas como actividades de la Tercera Misión, sino como parte de la Segunda Misión. En cuanto a las otras dos dimensiones es importante

identificar los indicadores que ayudan a incrementar las puntuaciones de la eficiencia, así como a reportar más información cuantitativa de los indicadores involucrados que las integran.

Conclusiones

El análisis de supereficiencia en el marco del modelo DEA ha demostrado ser una herramienta efectiva para clasificar y ordenar las Universidades Públicas en México en función de su desempeño en las actividades de emprendimiento, innovación y compromiso social. En los resultados obtenidos, se puede observar que cuando se aplica el modelo de supereficiencia en las tres dimensiones, el 57.14% de ellas continúan siendo eficientes. Sin embargo, cuando se analizan de manera separada se concluye que en la dimensión de innovación el 52.38% de las unidades de análisis continúan siendo eficientes sin rebasar el límite establecido por Mancebón (1996) y caso contrario en la dimensión del emprendimiento, en donde solo el 19.05% de las DMUs alcanzaron valores de eficiencia por encima de la unidad.

Aunque el DEA presenta limitaciones al calificar las DMUs, como la dificultad para establecer un *ranking* completo y válido, se han desarrollado diferentes métodos, entre ellos la supereficiencia, para superar estas limitaciones. La supereficiencia se basa en la idea de eliminar la unidad evaluada y analizar los cambios en la frontera eficiente. A pesar de sus desventajas, la supereficiencia ha sido

útil en este estudio para obtener una clasificación precisa y ordenada de las universidades en México con relación a su Tercera Misión.

Para responder a la pregunta de investigación que se ha planteado en este trabajo, se considera que las UPES aprovechan los recursos humanos, materiales y financieros con los que cuentan para realizar actividades relacionadas al emprendimiento, innovación y compromiso social. Si bien es cierto que algunas de ellas realizan más actividades en la dimensión de innovación como resultado de las investigaciones, se observa que las UPES en México están fomentando la realización de estas actividades relacionadas con el emprendimiento y compromiso social entre su comunidad estudiantil y académica, como parte del quehacer que tienen las IES con la sociedad de coadyuvar al impulso del desarrollo económico social a nivel regional, nacional e internacional.

Con relación a las futuras líneas de investigación, se considera la evaluación de la eficiencia de la Tercera Misión en otras IES mexicanas (Federales, Universidades Politécnicas e Institutos Tecnológicos, entre otros) utilizando a la supereficie como técnica de reforzamiento de los datos obtenidos con la finalidad de conocer si estas instituciones están cumpliendo con los desafíos actuales de la educación superior.

Finalmente, la fusión de los métodos DEA y supereficie ha facilitado un análisis más detallado y preciso de

la eficiencia de las UPES en México. Estos hallazgos ofrecen datos significativos que pueden ser empleados para la toma de decisiones y en la elaboración de planes que fortalezcan la función de estas instituciones en el progreso económico y social del país.

Información Complementaria

Agradecimientos. A la Dra. Vázquez Rojas y Dr. Guadarrama Atrizco por el acompañamiento de esta investigación.

Contribuciones de autoría

González Cadena Maribel: autora principal, investigación de la información, aplicación de la técnica, análisis e interpretación de resultados.

Vázquez Rojas Angelica María: coautora aplicación de la técnica de supereficie, seguimiento en la redacción del trabajo de investigación.

Guadarrama Atrizco Víctor Hugo: coautor, revisión y seguimiento al estilo, forma y fondo del trabajo de investigación.

Conflictos de interés: ninguno de los tres autores señala que hubo un conflicto de interés.

Financiamiento: no existió ningún tipo de financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

Adler, N., & Yazhemsky, E. (2024). Improving discrimination in Data Envelopment Analysis: PCA-DEA versus

Variable Reduction. Working Paper, Hebrew University of Jerusalem

Andersen P. y Petersen, N. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39 (10), 1261-1264. <https://www.jstor.org/stable/2632964?seq=1>

Arana-Jiménez, M., Sánchez-Gil, M. C., Younesi, A. & Lozano-Ramírez, J. (2024). An enhanced hybrid interval slacks-based DEA model with super-efficiency. *Computational and Applied Mathematics*, 44. <https://doi.org/10.1007/s40314-024-03007-8>

Asís Diez, F. y Martín, F. D.A. (2007). *Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla*. https://books.google.com.mx/books?id=Iw2As3DTjmsC&p-g=PA46&lpg=PA46&dq=supereficie+dea&source=bl&ots=ImBFI9E-02F&sig=ACfU3U2q0fwQN3MKLWzI_wTJyZaB3abHKA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjMucb-3oToAhVM-V6wKHbazCvAQ6AEwB3oECAkQA-Q#v=onepage&q=supereficiencia%20dea&f=false

Babazadeh, E. y Pourmahmoud, J. (2018). A novel radial super-efficiency DEA model handling negative data. *Journal of Industrial Engineering and Management Studies*, 5 (1), 46-65. https://jiems.icms.ac.ir/article_66504_8bb-6f0bb507b0876088cc529494ab9de.pdf

Bolós, V. J., Benítez, R., y Coll-Serrano, V. (2023). Continuous models combining slacks-based measures of efficiency and super-efficiency. *Central European Journal of Operations Research*, 31(2), 363-391. <https://doi.org/10.1007/s10100-022-00813-5>

Cáceres, H. Kristjanpoller, W., & Tabilo, J. (2014). Análisis de la eficiencia técnica y su relación con los resultados de la evaluación de desempeño en una Universidad chilena. *INNOVAR, Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 24(54), 199-217. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-50512014000400014&script=sci_arttext

Cadavid, D. V., Mendoza, A. M., & Rodríguez, E. C. (2016). Eficiencia en las instituciones de educación superior públicas colombianas: una aplicación del análisis envolvente de datos. *Civilizar*, 16(30), 105-118. <https://doi.org/10.22518/16578953.537>

Dalili Yazdi, H., Movahedi Sobhani, F., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Kazemipoor, H. (2023). A novel algorithm for complete ranking of DMUs dealing with negative data using Data Envelopment Analysis and Principal Component Analysis: Pharmaceutical companies and another practical example. *PLOS ONE*, 18(9), e0290610. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290610>

Frías, R. (2016). *Ordenación de unidades operativas (DMUs) eficientes usando el Valor de Shapley*. [Tesis de Ingeniería, Universidad de Sevilla]. https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproj/30275/fichero/Ordenaci%C3%B3n+de+unidades+operativas+%28DMUs%29+eficientes+usando+el+Valor+de+Shapley_Final.pdf

González, C. M. y Vázquez R, M.A. (2020). Medición de la tercera misión en las universidades públicas estatales en México por medio del análisis envolvente de datos. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo*

- Educativo*, 11(21), e054. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.793>
- Gutiérrez, D.A.O. (2021). *Ánalisis Envolvente de Datos para medir la eficiencia del sector hotelero de la ciudad de Cuenca en los años 2017 y 2018* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Cuenca] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/36271/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Hosseinzadeh, F., Jahanshahloo, F., Khodabakhshi, M., Rostamy-Malkhifeh, M., Moghaddas, Z. y Vaez-Ghasemi (2013). A Review of Ranking Models in Data Envelopment Analysis. *Journal of Applied Mathematics*, 1-20. <https://doi.org/10.1155/2013/492421>
- Iñiguez, P. A., Gallardo, J. M., Arburua, M., & Pagano, P. (2022). Multi-stage variable selection method for efficiency evaluation with DEA models and panel data. *Investigación Operativa / Operations Research*, 38(3).
- Mancebón, M. J. (1996). *La evaluación de la eficiencia en los centros educativos públicos*. [Tesis Doctoral, no publicada]. Universidad de Zaragoza. Consejería de Educación y Ciencia. España.
- Martínez, F., Gómez J.C., Pérez, M.C. y Gómez, J. (2012). Comparación de rankings de eficiencia mediante análisis de componentes principales y DEA. *Estadística Española*, 54(178), 357-373. https://www.researchgate.net/profile/Maria_Perez-Carceles/publication/312219606_Comparacion_de_rankings_de_eficiencia_mediante_analisis_de_componentes_principales_y DEA/links/5877568608aebf17d3bb864c/Comparacion-de-rankings-de-eficiencia-mediante-analisis-de-componentes-principales-y-DEA.pdf
- Minh, N.K. Van Khanh, P. y Tuan, P. (2012). A new approach for ranking efficient units in data envelopment analysis and application to a sample of Vietnamese agricultural bank branches. *American Journal of Operations Research*, 2,126-136. <http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2012.21015>
- Plá-Ferrando, L., Casasus, T y Pérez, J.C. (2014). Preferencias entre unidades eficientes. Una aplicación de supereficiencia fuzzy basada en niveles de exigencia. *Revista Electrónica y Trabajos de ASEPUMA. Recto@*, 15, 25-38. <http://www.revistarecta.com/articulos/Recta.Vol15.N1.03.pdf>
- Rescalá, C., Devincenzi, G., Rohde, G., Bonaffini, M. y Pavón, M. (2012). Dos modelos para determinar la eficiencia de una empresa constructora. *TRIM: revista de investigación multidisciplinar*, 5, 21-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4761085>
- Sánchez-Barrioluengo, M. & Benneworth, P. (2019). The University Third Mission: A Systematic Literature Review. *European Planning Studies*, 27(9), 1819-1835.
- Sánchez-Gooring, S. y Rodríguez-Lozano, G. (2016). Indicadores de eficiencia relativa del proceso de gestión de crédito en un banco colombiano, mediante análisis envolvente de datos (DEA). *Cuadernos de Contabilidad*, 17 (43). 13-41. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc17-43.ierp>.
- Solana-Ibáñez, J. (2011). Obtención de un ranking de unidades productivas a través del análisis envolvente de datos. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*. 21(39), 23-38. <https://www.redalyc.org/pdf/818/81819029003.pdf>

Tavassoli, M., Fathi, A. y Farzipoor, R. (2021). Developing a new super-efficiency DEA model in the presence of both zero data and stochastic data: a case study in the Iranian airline industry. *Benchmarking: an-International Journal*, 28(1), 42-65. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2020-0044>

Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM] (2017). Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas. En Explorador de Datos UNAM. 4 de diciembre de 2018, <http://www.execum.unam.mx/>

Wilson, P. (1995). Protecting influential observations in Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 4, 27-45. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01073493>

Xie, Q., Li, R., Zou, Y., Liu, Y., & Wang, X. (2022). A two-stage method for improving discrimination and variable selection in DEA models. *IMA Journal of Management Mathematics*, 33(3), 511-529.

Zimková, E. (2015). Technical Efficiency and Super-Efficiency of the Insurance sector in Slovakia. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63, (6), 2205-2211. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201563062205>

Zomer, A. y Benneworth, P. (2011). *The Rise of the University's Third Mission*. In J. Enders, H. de Boer & D. F. Westerheijden (Eds.), *Reform of Higher Education in Europe* (pp. 81-101). Sense Publishers

González Cadena Maribel. Autor 1.

Doctora en Ciencias Económico Administrativas por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Secretaría Académica de la Escuela Superior de Tizayuca de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Candidata al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación del 2023 al 2026. Interés de investigación: Instituciones de Educación Superior, emprendimiento, innovación y compromiso social; Análisis Envolvente de Datos. <https://orcid.org/0000-0001-5371-0442>

Vázquez Rojas Angélica María Autor2

Doctora en Economía por la Universidad Autónoma de Madrid. Profesora de Tiempo Completo del Instituto de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, Nivel 1. Intereses de investigación son economía sectorial, regional y de la educación. <https://orcid.org/0000-0003-2907-5383>

Guadarrama Atrizco Víctor Hugo Autor3

Doctor en Economía y Gestión de la Innovación por la Universidad Autónoma Metropolitana, Profesor de Tiempo Completo en la Escuela

Superior de Tizayuca de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de la Secretaría de Ciencia, Humanidades,

Tecnología e Innovación, Nivel 1. Interés en la investigación innovación social, desarrollo científico y tecnológico y, emprendimiento. <https://orcid.org/0000-0001-9125-7677>