

La eficiencia técnica relativa de las entidades federativas mexicanas

JOSÉ HÉCTOR CORTÉS FREGOSO¹
JOSÉ ANTONIO DOMÍNGUEZ GONZÁLEZ²

Resumen

La (in)eficiencia técnica relativa (ETR) interregional de las diferentes entidades federativas de la República Mexicana se fundamenta en la asignación óptima de recursos escasos públicos y privados. El compromiso de las autoridades, de la población, de los sectores productivos debe tender a lograr un proceso de asignación óptima de los recursos disponibles de manera eficiente.

La metodología del análisis de datos envolvente (ADE), cuya bondad estriba en poder emplear múltiples variables de insumos y productos para estimar una función de producción empírica (FPE) y el tipo de rendimientos a escala esperado, ayuda a evaluar y medir la ETR de un conjunto homogéneo de unidades decisoras (UD). Es una técnica de programación matemática no paramétrica y determinista que ubica a las UD evaluadas como más eficientes sobre una frontera de eficiencia empírica. El grado de ineficiencia de una UD depende de la distancia que separa su posición de la frontera de eficiencia; el ADE contribuye a la elección de decisiones de las UD que forman parte de un conjunto homogéneo productivo en el manejo de sus correspondientes insumos y productos.

Palabras clave: ETR, ADE, UD, rendimientos a escala, función de producción empírica.

-
1. Profesor-investigador de tiempo completo con perfil Promep, SEP y estudios de doctorado en Economía y en Educación. Departamento de Economía y de Métodos Cuantitativos del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara. Septiembre 2012. Correo electrónico: cortesfregoso@hotmail.com
 2. Economista con maestría en Administración. Profesor de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Sociales y Jurídicas y profesor por contrato en el Departamento de Métodos Cuantitativos. Profesor con perfil Promep, SEP. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: dantonio@cucea.udg.mx

Abstract

The interregional relative technical (in)efficiency (RTE) among the different states of the Mexican Republic is drew on the optimal allocation of scarce public and private resources. Authorities, citizens, and productive sectors have to comply with an optimal process of efficiently allocating the available scarce resources.

Data envelopment analysis (DEA) methodology, which involves the use of multiple inputs and outputs to estimate an empirical production function (EPF) together with scale returns, helps in order to evaluating and measuring the RTE of a homogeneous set of decision making units (DMU). DEA is non parametric and deterministic. The degree of (in)efficiency of e given DMU depends upon the position in relation to the efficiency frontier. DEA turns into a highly useful method to ease DMU's a more efficient input and output allocation process.

Keywords: RTE, DEA, DMU, scale returns, empirical production function.

Clasificación JEL: C61, D24, R15, R58.

Fecha de recepción: 18/10/12

Fecha de aceptación: 15/11/12

Introducción

Al evaluar la ETR de una UD con base en la gran complejidad de la relaciones entre insumos y productos, el apoyo de la programación matemática permite realizar análisis y evaluaciones más integrales de las UD con carácter homogéneo entre sí. Por medio de la metodología del ADE, la teoría económica de la producción fundamenta análisis mejor elaborados y de mayor confianza en la toma de decisiones.

El ADE, desarrollado en 1978 por Charnes, Cooper y Rhodes, es un método basado en la optimación productiva de las organizaciones: la programación matemática lineal. Además de tener las características de una metodología no paramétrica y determinista, el ADE contribuye de manera central a la medición de la ETR de las UD consideradas, tales como escuelas, departamentos de una empresa, universidades, hospitales, regiones e individuos, entre muchas otras, con la gran cualidad de poder utilizar tanto múltiples insumos como múltiples productos.³

El método del ADE construye, con base en los datos observados, una frontera de eficiencia empírica formada por todas las UD eficientes. A partir de dicha frontera se puede evaluar la ETR de las UD ineficientes. En este sentido, el objetivo central de este trabajo gira en torno de una evaluación de la eficiencia productiva de las 32 entidades federativas de la República Mexicana en el año 2000 mediante la metodología ADE. El cumplimiento de tal objetivo puede auxiliar a dar respuesta a cuestiones de

3. A diferencia de otros métodos de análisis de optimación microeconómica, la bondad de la metodología del ADE estriba en la adopción de múltiples insumos y productos dentro de un problema cualquiera, así como la consideración de los procesos dinámicos de compensación que se dan entre ellos, aspecto que no se considera al utilizar los métodos econométricos clásicos.

gran interés para los sectores gubernamental, regulado, público y privado como las siguientes.

¿Qué estados se consideran como los más eficientes de las 32 entidades federativas empleando las variables de insumo y producto definidas en el presente análisis? ¿Qué entidad federativa se considera como la más ineficiente? ¿Qué estado es el que emplea eficientemente insumos como, por ejemplo, el financiamiento público? Éstas y otras preguntas reciben respuesta al interpretar los resultados obtenidos del ADE.

Con esta serie de planteamientos se formulan las siguientes hipótesis generales de investigación: 1. El aprovechamiento óptimo de los recursos por parte de las entidades federativas permite alcanzar mejores niveles de eficiencia al generar mayores volúmenes de productos. 2. Todas las variables de insumo y producto generan un nivel similar de eficiencia productiva en el conjunto de entidades federativas.

En el presente trabajo se lleva a cabo un análisis y evaluación regionales de la ETR de las 32 entidades federativas de la República Mexicana con base en información que corresponde al año 2000, con el empleo de la metodología del ADE. El modelo empleado para la investigación se diseña como un ADE-CCR-P, un modelo que supone rendimientos constantes a escala y orientado hacia la producción. Se establecen y evalúan 10 modelos diferentes consonantes con ADE-CCR-P, especificados con la consideración total o parcial del vector de variables de insumo o producto disponibles en la población estadística.

Los resultados obtenidos muestran estimaciones de ETR inesperadas. Así, entidades federativas como Campeche, Oaxaca y Tlaxcala alcanzan niveles altos de ETR en comparación con aquellas que se esperaba fueran las más eficientes. El ADE facilita una más sólida fundamentación de las posibles políticas públicas que al respecto se puedan instrumentar.

Debido a la naturaleza no paramétrica y determinista del ADE y a la ausencia de una verificación estadística de los resultados, se lleva a cabo un análisis de sensibilidad (ADS) del modelo ADE-CCR-P. Se llega a la conclusión de que las variables “presupuesto público” (PRP) y “producto interno bruto estatal” (PIBE) son las que generan mejores niveles de eficiencia en las entidades federativas. La robustez del ADE-CCR-P queda así “verificada”.

En la siguiente sección se presenta un breve examen de la literatura sobre análisis regionales donde se aplica el ADE. Posteriormente se plantea la teoría necesaria del ADE para la construcción de la serie de modelos necesarios para la investigación. El modelo base establecido para la evaluación y el análisis es un CCR-P (rendimientos constantes a escala y orientados al producto). En el siguiente apartado se lleva a cabo un ADS del modelo y UD empleadas. Finalmente, el trabajo termina con las acostumbradas secciones de conclusiones y de referencias bibliográficas, hemerográficas y cibergráficas.

Breve revisión de la literatura sobre estudios regionales con base en el ADE

La aplicación de la técnica y metodología del ADE por parte de diversas organizaciones a nivel mundial, tanto lucrativas como no lucrativas, ha permitido un uso óptimo

de sus insumos y mejores resultados de su producción. Organizaciones como dependencias públicas, hospitales, empresas de cualquier razón social como las de servicios financieros, organismos no gubernamentales y muchas otras UD se han visto beneficiadas con el uso del ADE para medir su grado de eficiencia y productividad. La mayor parte de los estudios que emplean el ADE bajo un enfoque regional se han desarrollado en las naciones europeas y en Estados Unidos; algunos otros más en Colombia y Chile para el caso latinoamericano.

En el artículo de Delgado y Álvarez sobre la evaluación de la eficiencia técnica en los países miembros de la Unión Europea,⁴ las autoras emplean dos métodos principalmente: un modelo paramétrico y estocástico de frontera estocástica, conocido como análisis de frontera estocástica (AFE), y un modelo ADE no paramétrico y determinista. Los resultados arrojados por los dos métodos son muy similares entre sí. El propósito fundamental de Delgado y Álvarez es examinar la situación que guardan las naciones que son parte de la Unión Europea, antes (1980-1987) y después (1988-1997) de su integración económica, con el propósito de sugerir la adopción de políticas públicas necesarias en los países más ineficientes y poder mejorar su situación acercándose a la frontera de eficiencia empírica. El trabajo insiste en la importancia de elaborar análisis de eficiencia y productividad con carácter económico, empleando metodologías tan eficaces como la del ADE.

Otro de los artículos encontrados como antecedente es el de Iráizoz, Rapún y Zavaleta, relacionado con un estudio regional donde se examina el crecimiento de la productividad agraria en las comunidades autónomas españolas en el periodo 1978-1994.⁵ Los autores recurren a la estimación de la productividad total de los factores con base en el índice de Malmquist, basado en la metodología del ADE. La ventaja tanto de la metodología ADE como del índice de Malmquist consiste en que no sólo se puede conocer qué unidades son eficientes e ineficientes a través del tiempo, sino que también brindan recomendaciones para la adopción de políticas económicas sobre el mejoramiento de la productividad agraria de las comunidades menos eficientes en el periodo considerado. El modelo a emplear hace uso de dos insumos y un producto, donde los primeros corresponden a los efectos del capital físico y el humano, en tanto que el segundo se refiere únicamente a la producción agraria.

Pérez presenta una tercera investigación que hace referencia al ADE y se enfoca en medir la eficiencia en regiones colombianas.⁶ Éste es el único estudio encontrado de carácter multivariado en cuanto a sus variables de insumo y producto. Variables como el presupuesto público, población y calidad de vida de los individuos son algu-

4. Delgado, María de Jesús, y Álvarez, Inmaculada (2005). "Evaluación de la eficiencia técnica en los países miembro de la Unión Europea", *Gestión y Política Pública*, vol. XIV, primer semestre. Madrid, España, pp. 107-128.

5. Iráizoz, Belén, Rapún, Manuel, y Zabaleta, Idoia (2000). *El efecto del capital físico y humano en el crecimiento de la productividad agraria de las regiones españolas*. Departamento de Economía de la Universidad Pública de Navarra, España.

6. Pérez, Juan Fernando (1998). *Evaluación de la eficiencia de las regiones en Colombia mediante el análisis envolvente de datos*. Colombia: Uniandes.

nas de las que el autor emplea; el enfoque social que implica el ADE en este análisis permite no sólo la posibilidad de poder alcanzar un desarrollo integral de las regiones en cuanto a su sector empresarial, sino también la generación de mayor bienestar por parte del Estado en beneficio de sus ciudadanos.

Los artículos aquí reseñados no únicamente se ven provistos de condiciones ventajosas para profundizar en el conocimiento del ADE; también está presente una serie de desventajas que limitan al investigador con actitud de emplear y fomentar la metodología del ADE regionalmente y poder, así, acrecentar el acervo de experiencias en dichas investigaciones para mejores estudios a futuro. Tales limitaciones radican en el desinterés por mencionar el proceso (sea matemático o del paquete informático utilizado) o la serie de pasos necesarios que permitieron llegar a los resultados mostrados en las tablas y cuadros ofrecidos en los diferentes estudios reseñados. Tampoco se muestran los modelos matemáticos aptos para el análisis en cuestión.

Conceptos generales de la metodología del ADE

El ADE, como una metodología propia de la programación matemática, fue desarrollada originalmente por Rhodes y Cooper en 1978, bajo la investigación de una tesis doctoral desarrollada por el primero sobre un segmento del sistema educativo estadounidense. Como herramienta técnico-científica, es muy necesaria para la estimación de puntuaciones de la ETR de un conjunto fijo y homogéneo de UD por analizar,⁷ pero con base en la construcción de una frontera de eficiencia empírica construida a trozos con el conjunto de datos observados de las unidades más eficientes.

Generalmente el ADE emplea la idea de eficiencia de M. J. Farrell, quien la dio a conocer en su ya clásico artículo de 1957; sin embargo, no ofrece el desarrollo de los algoritmos propios del ADE contemporáneo para la estimación de la ETR del desempeño de las UD, sino que propone plantear y resolver un programa matemático lineal para cada unidad productiva.⁸ A la metodología del ADE se le considera como determinista y no paramétrica, ya que no se consideran perturbaciones o errores ajenos al problema planteado, ni depende de una larga lista de supuestos y de la verificación estadística de una serie de parámetros, como es el caso de la teoría y aplicación de modelos econométricos, para darle significatividad estadística al modelo y a los resultados obtenidos. Además, el método del ADE posee fundamentos traslapados de tres amplias ramas del conocimiento: la ciencia económica, la investigación de operaciones y la gestión científica.

El objetivo central de la metodología del ADE es encontrar la eficiencia de las UD respecto a relaciones de utilización de insumos para la obtención de productos.

7. El término homogéneo enfatiza la cualidad de un conjunto de unidades con características y peculiaridades comunes, entre las cuales se halla su acción o razón de ser.

8. Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, y Joe Zhu (2004). "Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations", en Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, y Joe Zhu (eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Boston: Kluwer Academia Publishers, pp. 4-8.

Ordinariamente, el índice de productividad de cualquier UD se estima mediante el cociente del producto entre el insumo. De forma general, cuando cualquier UD hace uso de más de un insumo para la producción de más de un producto, la eficiencia de cualquier UD está dada por la razón de la suma de productos en relación con la suma de insumos.

La mayoría de las veces la metodología del ADE considera que una UD es más eficiente respecto de otras cuando produce la misma cantidad de productos utilizando una menor cantidad de insumos, o también se es más eficiente cuando se elabora una mayor cantidad de productos utilizando el mismo conjunto de insumos.⁹ El problema de la falta de homogeneidad en las dimensiones de los insumos y productos de las UD puede solucionarse al introducir un sistema adecuado de ponderaciones para normalizar el numerador y denominador de la razón, y así obtener una más adecuada medición de la ETR en la UD en términos de insumos y productos virtuales.

Avkiram y Ramanathan hacen mención de dichos insumos y productos virtuales al referirse a ellos como

[...] la reducción de la situación de múltiples productos y múltiples insumos para cada UD a un único producto virtual e insumo virtual. Para una UD en particular la razón de este único producto virtual al único insumo virtual proporciona una medición de la eficiencia que es función de los multiplicadores.

Es decir, de las ponderaciones estimadas.¹⁰

La optimación de la eficiencia que proporciona el ADE es relativa; en otras palabras, al método ADE le interesa encontrar la ETR óptima de cada una de las UD del problema en estudio. La frontera de eficiencia empírica está constituida por todas las UD más eficientes de todo el conjunto tecnológico de producción de estas mismas UD. Posteriormente, al obtenerse la frontera de eficiencia, se localizan y evalúan todas aquellas UD no pertenecientes a dicha frontera. Como queda establecido, la metodología del ADE es de carácter no paramétrico en su forma de evaluar, por lo que esta premisa supone que no existen perturbaciones aleatorias que afecten el modelo.¹¹

La esencia del ADE es poder comparar cada UD ineficiente que no esté ubicada en dicha frontera de eficiencia, con aquellas unidades que lo sean o se posicionen en la frontera para formar el conjunto de referencia respectivo.

Modelo básico o modelo CCR

Así como el ADE contribuye a poder determinar ETR de las UD eficientes, también detecta las UD que actúan ineficientemente, la medida de esta ineficiencia y los fac-

9. El análisis central de este trabajo emplea una relación diferente de la tradicionalmente empleada por ADE (entradas/salidas).

10. Cooper, W. W., et al., *op. cit.*, p. 9.

11. Para muchos autores, la falta de consideración de perturbaciones aleatorias constituye una de las principales limitaciones del ADE.

tores que la generan. El modelo denominado CCR fue el primero de gran influencia en emplearse con base en la metodología del ADE. El modelo CCR determina la ETR de las UD en cuestión, dependiente del tamaño de cada una de ellas. Dicho tamaño contempla rendimientos constantes a escala que cada UD emplea en insumos para producir la cantidad proporcional de productos, es decir, una razón constante de eficiencia entre los insumos empleados y los productos obtenidos.

Comúnmente la frontera de un modelo ADE-CCR está representada por una línea recta y continua que parte desde el origen del plano cartesiano, y es tangente a la frontera de eficiencia de todo el conjunto de posibilidades de producción. La formulación del modelo ADE-CCR se puede observar en el modelo [1]. Este modelo corresponde al dual envolvente que, en forma matricial, queda expresado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 & \underset{\varphi, \lambda, s^+, s^-}{Max} && z_0 = \varphi + \varepsilon (Is^+ + Is^-) \\
 & [1] \\
 & \text{Sujeta a} && \varphi y_0 - \lambda Y + s^+ = 0 \\
 & && \lambda X + s^- = x_0 \\
 & && \lambda, s^+, s^- \geq 0
 \end{aligned}$$

en donde Y es una matriz de productos de dimensión $(s \times n)$; y_0 representa el vector de productos de la UD a ser evaluada; X es una matriz de insumos de dimensión $(m \times n)$; x_0 representa el vector de insumos de la UD a evaluar; λ es el vector de ponderaciones o intensidades de dimensión $(n \times 1)$; y φ indica la puntuación de ETR.

El objetivo del modelo [1] es maximar el aumento proporcional de los productos, que puede ser logrado por la UD evaluada, dados sus niveles de las variables de insumos. La solución del modelo [1] proporciona una solución óptima de forma que $\phi \geq 1$. De esta manera, cuanto mayor sea el valor de φ más ineficiente es la UD evaluada. Una UD es calificada con puntuación de ETR si y sólo si $\varphi = 1$ y todas las variables de holgura (s^+ , s^-) son nulas; en caso contrario, la UD considerada se califica como ineficiente.¹²

Este modelo es de carácter envolvente y el valor de las ponderaciones (λ) las proporciona bondadosamente el modelo sin necesidad de saber los precios de los productos o los costos de los insumos, o sea, sin tener que estimar las puntuaciones de la eficiencia asignativa.

12. Si alguna UD se manifestara con puntuaciones de ETR eficientes pero con alguna variable de holgura diferente de cero, entonces se califica a la misma como eficiente débil.

Unidades decisoras: entidades federativas del sistema federal mexicano

El uso de instrumentos que permiten evaluar y medir el grado de ETR en un conjunto de regiones, ayuda al ámbito público a adoptar mejores decisiones, más bien orientadas y con resultados de gran alcance. La estructura del sector público contiene uno de los sistemas de organización más complejos, pues confluyen aspectos no sólo políticos sino sociales, económicos y de otra índole. A la complejidad anterior se agrega la gran cantidad de agentes relacionados con la estructura pública, así como poseer una visión de beneficio muy diferente de la empresarial.¹³

Las 32 entidades federativas de la República Mexicana constituyen el conjunto de UD a analizar, además de que éstas comprenden el conjunto regional más importante del país. Las principales variables a emplear en el modelo para la evaluación y análisis de la ETR de las entidades federativas consideradas quedan conformadas en los siguientes grupos de insumos y productos; se especifican tanto su carácter, las unidades de medición como su importancia en el modelo.

Insumos

El anexo 1 contiene los datos originales de todas las variables de insumo de las 32 entidades federativas del sistema federal mexicano para el año 2000. En seguida se especifica el significado de cada una de ellas. 1. PEAE: población económicamente activa estatal. Corresponde al conjunto de la fuerza de trabajo, esencial en el proceso productivo de un espacio regional. 2. IED: inversión extranjera directa. Esta variable relaciona información exógena a la entidad con la cuestión productiva. 3. PRP: presupuesto público. Variable que corresponde a los ingresos públicos estatales; vincula la función económica pública con el proceso productivo de cada estado.

Productos

Al igual que las variables de insumo, el anexo 2 del apéndice contiene la información, para el año 2000, de todas las variables de producto consideradas en el estudio regional de la eficiencia relativa de los 31 estados y el Distrito Federal. El significado de cada una se describe a continuación. 1. Pibe: producto interno bruto estatal. Establece la producción total bruta de cada estado a precios corrientes. 2. CUR: número total de centros urbanos de 2,500 habitantes en adelante. Variable que relaciona el enfoque sociourbano con el conjunto productivo de cada entidad. Se parte de la idea de que la existencia de conglomerados urbanos genera mayores niveles de eficiencia en las entidades.

Algunas estadísticas descriptivas de las variables de insumo y productos se presentan en el cuadro 1. Como medida de dispersión, se muestra el valor del rango estadístico. Dados los valores de los insumos y los productos, los cálculos del rango no

13. El beneficio de una empresa se concentra en unos cuantos individuos, sean dueños o accionistas.

transmiten realmente una dimensión aceptable del grado de dispersión de cada una de las variables. Sin embargo, la aproximación que muestran sugiere una idea acerca de las variaciones de las variables de insumos y productos consideradas.

Cuadro 1
Estadísticas descriptivas de las variables de insumo y de producto

<i>Estadístico</i>	<i>PEAE</i>	<i>PRP</i>	<i>IED</i>	<i>PIBE</i>	<i>CUR</i>
Media	1 315 418	4 704 866 656.25	5 331 833 040	155 734 927 531.25	95.03
Valor máximo	5 541 385	65 206 300 000	83 940 997 440	1 121 855 818 000	399
Valor mínimo	196 284	745 204 531	16 263 360	26 379 053 000	17
Rango	5 345 101	64 461 095 469	83 940 997 440	1 095 476 765 000	382

Fuente: elaboración propia de los autores con base en el anexo 1.

Orientación del modelo

La orientación a utilizar en el modelo para evaluar la ETR de las 32 entidades federativas se relaciona con la expansión de los productos con el empleo mínimo respectivo de insumos, denominado simplemente como “orientado al producto”. El tipo de modelo empleado para evaluar la eficiencia productiva de las 32 entidades es el ADE-CCR-P, el cual supone que existen rendimientos constantes a escala, es decir, que las UD se ubican en posiciones con tamaños de escala más productivos (TEMP).

Estimación de las puntuaciones de eficiencia para las 32 entidades federativas

En las secciones anteriores se hizo mención descriptiva del modelo adecuado y del conjunto de información a emplear. El modelo [1] sirve de fundamento para la estimación no paramétrica de las puntuaciones de ETR de la frontera empírica de las 32 entidades federativas del país. Dicho modelo facilita la interpretación de las estimaciones obtenidas desde la perspectiva de los rendimientos constantes a escala y con una orientación hacia los productos. Se aplica dicho modelo para generar los resultados necesarios y realizar un análisis e interpretación de los mismos.¹⁴

La orientación a los productos se justifica en el caso presente si se toma en cuenta que no es posible disponer, para cada entidad federativa, de información que tenga que ver con los costos de los insumos o, en todo caso, con los precios de los productos. La naturaleza social de los productos que generan los estados forma un conjunto susceptible de ser considerado como objetivos a lograr con base en políticas públicas pertinentes. Dicha perspectiva justifica la orientación del modelo adoptado.

14. Para el proceso del modelo a utilizar con la metodología del ADE, se reemplaza un paquete computacional eficaz y de muy fácil manejo, que es el Efficiency Measurement System (EMS), versión 1.3 (año 2000). Este paquete se encuentra disponible gratuitamente en la red.

Gama de modelos ADE a emplear

No existe un solo modelo ADE fijo aplicado para poder evaluar la eficiencia de las entidades mexicanas en este trabajo, sino un total de 10 modelos que se caracterizan por emplear total y parcialmente el conjunto de variables de insumo y de producto. Estos modelos resultan de combinaciones sobre la base disponible de insumos y productos. Por otra parte, las diferentes combinaciones de las variables de insumo y producto generan la base de información útil para llevar a cabo el análisis de sensibilidad al que posteriormente se hace referencia.

Todos estos modelos tienen la peculiaridad de poseer el mismo tipo y orientación de modelo: ADE-CCR-P, es decir, modelos que impliquen rendimientos constantes a escala y orientados al producto. El cuadro 2 muestra todos los modelos ADE comparativos empleados, organizados por grupos y con sus correspondientes variables de insumo y producto. La robustez del modelo ADE-CCR-P puede derivar cierto sustento mediante los diferentes resultados obtenidos a través de las diversas especificaciones planteadas. Sin embargo, importa dejar claro que un análisis de sensibilidad llevado a cabo en su totalidad requiere de más elementos de juicio.

Cuadro 2
Modelos ADE a evaluar

<i>Núm. de modelo</i>	<i>Grupo ADE</i>	<i>Modelo ADE</i>	<i>Variables de I o P a usar</i>
1	3I - 2P	(3I - 2P)	PEAE, PRP, IED / PIBE, CUR
2	2I - 1P	(2I - 1P) - A	PEAE, IED / PIBE
3		(2I - 1P) - B	PEA, PRP / PIBE
4		(2I - 1P) - C	PRP, IED / PIBE
5		(2I - 1P) - D	PEAE, IED / CUR
6		(2I - 1P) - E	PEA, PRP / CUR
7		(2I - 1P) - F	PRP, IED / CUR
8	2I - 2P	(2I - 2P) - A	PEAE, IED / PIBE, CUR
9		(2I - 2P) - B	PEAE, PRP / PIBE, CUR
10		(2I - 2P) - C	PRP, IED / PIBE, CUR

Fuente: elaboración propia de los autores.

Estos modelos están agrupados de acuerdo con el número de variables de insumo y producto que se emplean. El fin primordial de aplicar tal gama de modelos es realizar un análisis de carácter regional más profundo sobre las UD, determinando qué estados son más eficientes en el aprovechamiento de algunos o todos los insumos, o qué entidad es más eficiente en la generación de algunos o todos los productos introduci-

dos en el modelo. A continuación se presenta la serie de modelos con sus respectivas puntuaciones de eficiencia y sus respectivas interpretaciones de resultados.¹⁵

Modelo ADE (3I-2P)

El primer modelo ADE aplicado para evaluar el grado de eficiencia de las entidades, es un modelo que implica todas las variables de insumo (que son tres) y producto (que son dos), es decir que emplea todas las variables de insumo: PEAE, PRP y IED; así como las variables de producto: PIBE y CUR. Los resultados de evaluación de la eficiencia se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3
Evaluación del modelo ADE (3I-2P)

Núm.	Entidad federativa	Puntuación de eficiencia	No.	Entidad federativa	Puntuación de eficiencia
1.	Aguascalientes	196.51%	17.	Morelos	108.00%
2.	Baja California	261.33%	18.	Nayarit	160.96%
3.	Baja California Sur	138.03%	19.	Nuevo León	409.29%
4.	Campeche	100.00%	20.	Oaxaca	100.00%
5.	Coahuila de Zaragoza	236.82%	21.	Puebla	100.00%
6.	Colima	165.25%	22.	Querétaro de Arteaga	122.92%
7.	Chiapas	128.19%	23.	Quintana Roo	200.72%
8.	Chihuahua	284.10%	24.	San Luis Potosí	210.28%
9.	Distrito Federal	100.00%	25.	Sinaloa	169.27%
10.	Durango	185.04%	26.	Sonora	182.75%
11.	Guanajuato	213.48%	27.	Tabasco	160.16%
12.	Guerrero	127.86%	28.	Tamaulipas	293.38%
13.	Hidalgo	130.04%	29.	Tlaxcala	100.00%
14.	Jalisco	198.29%	30.	Veracruz de Ignacio de la Llave	200.27%
15.	México	165.32%	31.	Yucatán	100.00%
16.	Michoacán de Ocampo	143.10%	32.	Zacatecas	158.13%

Fuente: elaboración propia de los autores con ejecución del paquete EMS.

El modelo ADE (3I-2P) es el único modelo del conjunto que emplea todas las variables de insumo y producto consideradas. Con base en el cuadro 3, se puede observar el grupo de estados que se ubican sobre la frontera empírica de eficiencia productiva,

15. A las puntuaciones de evaluación por estado que se muestran en cada cuadro se les denomina valor de la ETR. Las entidades más eficientes o que se posicionan sobre la frontera de eficiencia, se caracterizan por manifestar una puntuación de ETR de 100%. Las entidades ineficientes muestran puntuaciones inferiores a 100%.

los cuales son Campeche, Distrito Federal, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Yucatán con un nivel de eficiencia del 100%. Es importante señalar la necesidad de considerar los resultados en su exacta dimensión.

Las puntuaciones de ETR estimadas son consecuencia del tipo de variables de insumo y producto utilizadas en el modelo; por supuesto, de ser otros los insumos y productos y otra la orientación del modelo, se esperarían estimaciones de las puntuaciones de ETR diferentes; por ejemplo, si el modelo del ADE considerara rendimientos variables a escala. La interpretación de dichos resultados tiene que hacerse con base en el planteamiento particular del modelo empleado.

La entidad federativa más ineficiente de todas es el estado de Nuevo León, con una ineficiente generación de productos como resultado de un mal aprovechamiento de sus insumos de 409%. El valor de ineficiencia del estado de Nuevo León indica que genera productos empleando sus insumos a un ritmo de uso de 3.09 veces más el nivel máximo de eficiencia.¹⁶

Puntualizaciones generales del análisis

Al observarse las diferentes medidas de ETR de cada modelo ADE y su correspondiente análisis, vale la pena enfatizar, como ya se ha comentado, que las entidades más eficientes manifiestan un parámetro de 100%, en tanto que aquellas que no se ubican sobre la frontera empírica de eficiencia relativa denotan cantidades mayores a 100%.

La orientación hacia el producto establece una relación de ETR diferente de la que se emplea cuando la orientación se establece hacia el insumo y se toman en consideración rendimientos variables a escala. Como todos los modelos aquí desarrollados se basan en el supuesto de rendimientos constantes a escala, las unidades más eficientes siempre representarán la cifra de 100%. Debido a esta orientación, nunca se observarán cantidades menores a 100%; los montos mayores a dicho parámetro corresponden a las unidades ineficientes.

Para obtener el grado de ineficiencia de alguno de los estados, sólo hay que restarle a dicha cantidad 100%. Esta diferencia obtenida reflejará la información esencial para que una autoridad pública tome la decisión pertinente en la solución de la ineficiencia que presenta la entidad.

Análisis de eficiencia productiva regional de todos los modelos ADE

Una vez que se ha estimado la puntuación de ETR de cada modelo ADE y llevado a cabo un análisis particular de cada uno, es importante realizar un análisis comparativo general de todos los modelos, haciendo resaltar las características especiales de cada uno. El examen resultante facilita una mejor comprensión de las puntuaciones obtenidas, tomando en consideración los límites propios de cada uno.

16. Este valor de ineficiencia se obtiene a través de la diferencia comprendida entre el valor de eficiencia de la entidad en cuestión y el valor más eficiente para cualquier UD dividido entre 100.

Al hacer alusión a dichas características, se hace presente una serie exitosa de entidades como Campeche, Oaxaca y Tlaxcala, tan repetitiva su presencia en varias de las puntuaciones estimadas con diversos modelos considerados en el cuadro 2 y en relación con los datos transversales tomados en cuenta. Tales entidades federativas demuestran poseer el potencial necesario para adoptar las políticas económicas y sociales necesarias para sostenerse como puntas de lanza en el proceso de desarrollo económico a nivel regional y nacional.

En sentido contrario, el Distrito Federal en repetidas ocasiones ha resultado ser la entidad con más casos de ineficiencia relativa en varios de los modelos. Todos los modelos evaluados se mencionan de manera esquemática en la segunda columna del cuadro 4. De esta forma, por ejemplo, el modelo ADE-CCR-P (2I - 1P)-B de la fila 3 se interpreta como un modelo ADE con rendimientos constantes a escala que toma en consideración dos insumos y un solo producto.¹⁷ Una lección derivada de tales resultados apunta hacia la consideración de que no necesariamente los grandes centros urbanos tienen la capacidad de decidir eficientemente acerca del uso de insumos para generar productos eficientemente.

Como se comenta anteriormente, el DF aparece muy frecuentemente como entidad federativa más ineficiente al estimar las puntuaciones de ETR con diferentes tipos de modelos, lo cual puede observarse en los renglones 4, 5, 6, 7, 9 y 10. Tales resultados fuerzan al analista a llevar a cabo estudios con ADE de forma cuidadosa desde el inicio del planteamiento original, sobre todo al enfatizar qué tipo de insumos y productos se van a considerar, cómo van a ser medidos y qué relación guardan con el tamaño de muestra. Una consulta a la literatura pertinente lleva a la conclusión de la importancia que tiene la definición de los insumos y productos considerados, además de la relación que debe tener la suma de insumos y productos con el tamaño de la muestra, o la población considerada. En el presente trabajo, al ser mayor el tamaño de la población que la suma de las variables de insumos y de productos, se matiza en gran medida la posible imprecisión.

En cuanto a los modelos que poseen mayor cantidad de entidades sobre su frontera de eficiencia productiva, sólo se destaca el modelo (2I-2P)-B, con siete estados. Por otra parte el modelo (2I-1P)-F se considera como el de menor cantidad de entidades dentro de su frontera de eficiencia empírica, con tan sólo dos estados.

Distinguir el grado de ineficiencia de cada modelo se refiere a indagar en qué combinación de variables de insumo y de producto las entidades mexicanas son más ineficientes.¹⁸ El modelo (2I-1P)-C posee el rango de ineficiencia¹⁹ menor de todos

17. Como se ofrecen dos modelos semejantes, la *B* quiere decir que es el segundo modelo con tales características; la misma interpretación se hace para las demás literales.

18. Éste se obtiene de manera similar al valor de ineficiencia de cada unidad, sólo que la diferencia del grado de ineficiencia se limita por el valor más eficiente para cada UD (100%) y el valor de la UD más ineficiente respectiva de cada modelo evaluado.

19. Éste complementa al valor del grado de eficiencia. Consiste en una relación intervalar acotada entre el valor más eficiente para cada UD (100%) y el valor de la UD más ineficiente de cada modelo evaluado.

Cuadro 4
Comparativo de los modelos ADE evaluados

Núm.	Modelo ADE CCR-P	Entidades más eficientes	Entidad más ineficiente	Grado de ineficiencia
1.	(3I - 2P)	Campeche, DF, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Yucatán	Nuevo León	409%
2.	(2I - 1P)-A	Campeche, DF, Oaxaca	Nayarit	326%
3.	(2I - 1P)-B	Aguascalientes, Coahuila, Nuevo León, Sonora	Zacatecas	343%
4.	(2I - 1P)-C	Campeche, Coahuila, Oaxaca, Veracruz, Yucatán	DF	411%
5.	(2I - 1P)-D	Oaxaca, Tabasco, Tlaxcala	DF	68,833%
6.	(2I - 1P)-E	Sonora, Tabasco, Tlaxcala	DF	7,031%
7.	(2I - 1P)-F	Oaxaca, Tlaxcala	DF	1,168%
8.	(2I - 2P)-A	DF, Oaxaca, Tabasco, Tlaxcala	Nuevo León	7,476%
9.	(2I - 2P)-B	Aguascalientes, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Yucatán	DF	3,663%
10.	(2I - 2P)-C	(2I - 2P) - C	DF	9,671%

Fuente: elaboración propia de los autores con base en los resultados obtenidos.

(100% < x < 411%) y un bajo promedio de eficiencia²⁰ de 158%; es decir, que los estados de la República poseen un mayor grado de eficiencia cuando se tratan las variables PRP y PIBE en un modelo ADE CCR-P. En contraposición, el modelo (2I-1P)-D presenta el rango de ineficiencia mayor de todos (100% < x < 68,833%) y alto promedio de eficiencia de 3,530%; o sea, las entidades poseen una mayor desventaja cuando se tratan las variables PEAE, IED y CUR en un modelo ADE CCR-P.

Con la evaluación e interpretaciones anteriores se puede concluir que los resultados y análisis de estas puntuaciones de ETR sostienen lo manifestado por la primera de las hipótesis dada a conocer en la introducción, en donde un correcto aprovechamiento de los recursos por parte de las entidades federativas permite alcanzar mejores niveles de ETR empírica.

En esta sección se ha mostrado la evaluación de la ETR de los diferentes modelos ADE CCR-P que se diseñan con el conjunto de variables de insumo y producto disponibles. Además, se ha realizado un examen particular de cada modelo formulado y un análisis de manera general de todos los modelos ADE-CCR-P en cuestión, con el fin de relacionar el cúmulo de entidades con el conjunto de variables y poder encontrar algunos factores y nexos necesarios que propicien un determinado nivel de ETR de las UD en cuestión.

La siguiente sección está destinada a un ADS respecto a las entidades federativas de la República y el conjunto de variables de insumo y producto utilizadas, siendo el

20. El promedio de eficiencia se obtiene como la suma del valor de eficiencias de todas las entidades federativas de cada modelo entre la cantidad de éstas.

objetivo central de dicho ADS el responder con certeza el sentido de la segunda hipótesis expresada en la parte introductoria de este trabajo.

El ADS ayudará a poder explorar más a fondo las variables, y distinguir aquellas que son factor indispensable para alcanzar un mayor nivel de ETR para el conjunto de entidades; además, auxilia a despejar incertidumbres en el proceso de evaluación ante la carencia de pruebas de significatividad estadística por parte de los métodos de programación matemática que sustentan las estimaciones no paramétricas del modelo ADE-CCR-P, corroborando la robustez de las puntuaciones de ETR obtenidas. Al igual que en los planteamientos de los análisis de sensibilidad de problemas de programación lineal, el proceso implica un desarrollo semejante, aunque se captan características muy propias del ADE.

Análisis de sensibilidad para las 32 entidades federativas

En la sección anterior se llevó a cabo el correspondiente procedimiento de estimación empírica de las puntuaciones de la ETR de todos los modelos ADE CCR-P aplicados. También se realizó un adecuado análisis particular de cada uno y un análisis de manera general de todos ellos.

La metodología ADE, de forma semejante a otros métodos no paramétricos y deterministas, carece de una serie de instrumentos y pruebas estadísticas que permitan verificar la robustez de los resultados de estimación de las puntuaciones de la ETR obtenidas con base en la especificación de los modelos deterministas. Ante tal problemática, se tiene que recurrir a un ADS que coadyuve a demostrar que el conjunto de modelos ADE empleados y sus relativas estimaciones de ETR sean los indicados y permitan sostener la robustez de sus resultados. Sobre todo, dicho ADS coadyuva a mantener o desechar lo que expresa la segunda hipótesis adelantada en la introducción.

Para este análisis de sensibilidad también se recurre a las herramientas del promedio de eficiencia y del rango de ineficiencia ya discutidas en párrafos anteriores, pero ahora con mayor necesidad pues se emplearon más el valor y grado de ineficiencia, siendo estos instrumentos homólogos a parámetros que auxilien a la metodología ADE a realizar mejores análisis comparativos regionales.

Análisis de sensibilidad mediante la aplicación de modelos correspondientes

El ADS mediante la aplicación de los modelos correspondientes se caracteriza por una investigación más a fondo del conjunto de variables de insumo y producto respecto a las entidades federativas del país. La acción de este análisis corresponde el único recurso para demostrar verdaderos fundamentos de significatividad para los métodos no paramétricos en la estimación de las puntuaciones de ETR entre UD consideradas. En este caso, a través de poder identificar en las variables “factores” que permitan a las unidades eficientes relativas acceder a mayores niveles de eficiencia, y aunando las herramientas de promedio de eficiencia y rango de ineficiencia, coadyuvan a funcionar como parámetros alternativos de análisis.

En la realización del ADE es importante formular modelos ADE parsimoniosos, breves y diferentes a los anteriormente estudiados, utilizando variables de sólo un insumo y un producto, todo esto con el fin de poder detectar la sensibilidad del conjunto de entidades para registrar diferentes niveles de ETR por un cambio distinto en el empleo de pares de variables de insumo y producto elegidos eventualmente.

Análisis de sensibilidad con base en la identificación de factores de eficiencia

Dicho ADS es, en realidad, un cambio sensible del nivel de eficiencia de los estados nacionales respecto a un cambio en el empleo de distintas combinaciones de variables de insumo y producto por medio de la aplicación de simples modelos del ADE.

En el cuadro 5, de manera sintetizada, se establecen los rangos de ineficiencia y promedios de nivel de eficiencia (o simplemente promedio de eficiencia) de los modelos de ADE anteriores. Como queda establecido, los modelos ADE utilizados se caracterizan por considerar un solo insumo y un solo producto, lo cual facilita el proceso de ADS que se pretende desarrollar. Además, las estadísticas paramétricas se refieren a los rangos y promedios de ETR incluidos en el cuadro 5.

Cuadro 5
Rangos y promedios de eficiencia

<i>Núm.</i>	<i>Modelo ADE</i>	<i>Rango de ineficiencia</i>	<i>Promedio de eficiencia</i>
1.	I-PEAE P-PIBE	(100% < x < 618%)	301.26%
2.	I-IED P-PIBE	(100% < x < 33,989%)	7,994.05%
3.	I-PRP P-PIBE	(100% < x < 440%)	187.66%
4.	I-PEAE P-CUR	(100% < x < 2,511%)	357.72%
5.	I-IED P-CUR	(100% < x < 2'647,276%)	130,349.11%
6.	I-PRP P-CUR	(100% < x < 19,168%)	933.59%

Fuente: elaboración propia de los autores con información derivada del EMS.

El cuadro 5 muestra la información paramétrica necesaria para la exploración de factores de eficiencia. Se pueden observar los diferentes rangos y promedios de cada modelo ejecutado. De todos, el modelo número 4 de combinación I-PRP P-PIBE es donde las entidades mexicanas presentan un ajuste más convergente hacia la cantidad de eficiencia mayor (100%), con un promedio y rango pequeños. En concreto, se puede establecer que los estados de la República se comportan con mayor nivel de eficiencia respecto a las variables PRP y PIBE, siendo el estado de Coahuila el mejor posicionado en la evaluación.

En cambio, en el modelo número 5 de combinación I-IED P-CUR se denota un rango de ineficiencia y un promedio de eficiencia muy divergentes de la cantidad de eficiencia mayor (100%). Esto fuerza a establecer que el empleo de las variables IED y CUR no ha sido muy satisfactorio por parte del conjunto de entidades mexicanas, pues

el pésimo manejo de éstas genera tales niveles exagerados de ineficiencia. Los estados de Oaxaca y de Tlaxcala son los únicos que manifiestan estar con mayor número de veces (con dos participaciones) en la frontera empírica de ETR.

Por otra parte, todos los modelos que contienen la variable de producto PIBE suelen registrar altos niveles de eficiencia en sus UD, con rangos y promedios pequeños. Pero los modelos que contienen la variable de producto CUR resaltan, por el contrario, bajos niveles de eficiencia en sus UD, con rangos grandes y promedios de eficiencia altos. En síntesis, se deduce que la variable de producto PIBE es el factor preponderante que permite que las entidades mexicanas registren altos niveles de ETR.

En cuanto a las variables de insumo, tanto PEAE como PRP se combinan muy bien con las variables de producto, generando mejores niveles de ETR. Sobre todo la PEAE contribuye en la mayoría de los estados a ubicarse en una mejor situación de ETR. Pero el problema de ineficiencia estriba en la inclusión de la variable IED, donde la situación se empeora al combinar ésta con la variable de producto CUR de los modelos. En resumen, se puede deducir que la variable insumo PRP es el factor preponderante que permite que las entidades mexicanas registren altos niveles de ETR.

Conclusiones del análisis de sensibilidad

El empleo de herramientas paramétricas alternativas y la determinación de variables de factores que detectan mejores niveles de eficiencia han contribuido a realizar un análisis más profundo y detallado de las entidades federativas en cuanto a su manejo de insumos y productos. El modelo número 3 I-PRP-PIBE, que combina las dos mejores variables o factores, resulta el argumento que representa la fuente de obtención de un mayor nivel de ETR para las entidades mexicanas.

El ADS llevado a cabo permite concluir que parece que el sentido de la segunda hipótesis es erróneo, ya que establece que todas las variables de insumo y producto generan un nivel similar de eficiencia productiva en el conjunto de entidades federativas. Se deduce, entonces, que no todas las variables de insumo y de producto generan un nivel similar de ETR.

Resumen y conclusiones

La importancia de analizar el espacio económico por medio de una visión económica radica en visualizar todas las fortalezas y, sobre todo, las debilidades de dicho espacio económico, que coadyuvan a lograr un mejor aprovechamiento de sus insumos para una mayor generación de sus correspondientes productos y manifestar un nivel ideal de ETR.

Para eso existe una serie de instrumentos que contribuyen a evaluar y a medir la ETR de organizaciones o unidades productivas. Tal es el caso de la metodología no paramétrica y determinista del ADE, que se sirve de colocar las unidades evaluadas como más eficientes sobre una función de producción empírica. El grado de ineficiencia de una UD depende de la distancia que separa su posición de la frontera de eficiencia,

por lo que ADE contribuye en gran medida a la elección de correctas tomas de decisión por parte de las UD consideradas.

Se pueden establecer los siguientes puntos conclusivos del presente trabajo:

1. Al mostrar la serie de conceptos teóricos esenciales de la metodología del ADE, este trabajo, además de representar una investigación práctica, vincula una importante cantidad de material teórico con el fin de poseer una amplia y completa visión en lo relacionado con la herramienta del ADE y la correspondiente estimación de las puntuaciones de ETR.
2. El modelo empleado para la investigación fue un ADE-CCR-P, modelo que supone rendimientos constantes a escala con una orientación hacia el producto. En realidad se han especificado y evaluado 10 modelos ADE-CCR-P, diseñados con el uso total y parcial de la serie de variables de insumo y producto disponibles para el estudio. Muchos de los resultados obtenidos sugieren grandes sorpresas en cuanto a estados ubicados en la frontera empírica de ETR.
3. El ADS se ha centrado en identificar qué variables contribuyen a ser factor para conseguir mayores niveles de ETR en los estados mexicanos, siendo éstas los productos PRP y PIBE, en tanto que las variables que contribuyen a ser factor para conseguir inferiores niveles de eficiencia relativa en las entidades federativas son la IED y CUR. Lo importante de emplear herramientas paramétricas alternativas y factores que determinen la sensibilidad de niveles de ETR estriba en poder aplicarlos en el análisis de carácter más regional, lo cual permite realizar comparaciones entre todo el conjunto productivo del espacio económico pertinente, generando políticas de cambio de producción que mejoren sustancialmente la ETR de un mayor número de UD.
4. Lo atractivo de haber aplicado el ADE, además de que permite conocer las entidades federativas más eficientes, facilita el poder señalar en qué proporciones porcentuales pueden las unidades ineficientes mejorar su situación, manipulando las respectivas variables de insumo y producto que están a su disposición.
5. La importancia de realizar análisis regional con la metodología ADE con base en los 32 estados de la República, impulsa la realización de investigaciones más completas y trascendentes, que respalden a una autoridad al poder elegir convenientes políticas económicas y sociales para proceder y competir de una manera óptima.

Referencias bibliográficas

- Álvarez Pinilla, Antonio. (2001). *La estimación de la eficiencia y la productividad*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., Swarts, J. & Thomas, D. A. (1989). An Introduction to Data Envelopment Analysis with Some of Its Models and Their Uses. *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*. vol. 5, pp. 125-163. Greenwich: JAI Press.

- Beltrán Ballesteros, Viviana. (2004). *Conjunto de productividad para problemas de análisis envolvente de datos*. (Tesis de maestría inédita). Universidad de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico, pp. 1-92.
- Färe, R., Grosskopf, S. & Novell, C. A. (1984). *Production Frontiers*. Inglaterra: Cambridge University Press.
- Sánchez Vargas, Marco Vinicio. (2007). *Evaluación y análisis de la eficiencia productiva de las 32 entidades federativas en el año 2000 por la metodología del análisis de datos envolvente*. (Tesis de maestría inédita). Universidad de Guadalajara, Guadalajara. (Algunas secciones del presente trabajo están basadas en los argumentos presentados en esta tesis.)

Referencias hemerográficas

- Banker, R. D., C. A. K., Lovell & Schmidt, P. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in DEA. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Barquero de Jiménez, Nancy. (2004). *Una aproximación metodológica para el cálculo del IDH (índice de desarrollo humano) mediante el análisis envolvente de datos: El índice de bienestar*. Venezuela: Centro de Documentación y Archivo de la Universidad Simón Bolívar.
- Camacho Ballesta, José Antonio, Navarro Espigares, José Luis & Rodríguez Molina, Mercedes. (2002). Turismo y eficiencia: Tendencias regionales. *Investigaciones Regionales*, núm. 1, julio 19, pp. 33-58.
- Charnes, A., Cooper, W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, núm. 2, pp. 429-444.
- Contreras R., Ignacio & Mármol C., Amparo. (2000). *La inclusión de outputs no deseables en el análisis envolvente de datos (DEA)*. España: Universidad Pablo de Olavide/Universidad de Sevilla.
- Cooper, William W., Lawrence M., Seiford & Zhu, Joe. (2004). Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. En Cooper, William W., Lawrence M., Seiford & Zhu, Joe. (Eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (pp. 1-39). Boston: Kluwer Academia Publishers.
- Delgado, María de Jesús & Álvarez, Inmaculada. (2005). Evaluación de la eficiencia técnica en los países miembros de la Unión Europea. *Gestión y Política Pública*, vol. XIV, primer semestre, pp. 107-128. Madrid, España.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, vol. 120, parte III, pp. 253-281.
- Fernández Santos, Yolanda & Flórez López, Raquel. (s/f). *Aplicación del modelo DEA en la gestión pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de provincia españolas*.
- González Fidalgo, Eduardo. (2001). La estimación de la eficiencia con métodos no paramétricos. En Álvarez Pinilla, Antonio. (Coord.), *La medición de la eficiencia y la productividad* (pp. 139-166). Madrid: Ediciones Pirámide.

- Grosskopf, S. (1993). Efficiency and Productivity. En Fried, H. O., C. A. K., Lovell & Schmidt, S. S. (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency, Techniques and Applications* (pp. 160-194). Nueva York: Oxford University.
- Herruzo, A. Casimiro, Díaz Balteiro, Luis & Martínez Núñez, Margarita. (2002). *Análisis de la eficiencia e innovación mediante análisis envolvente de datos (DEA): Aplicación a la industria forestal española*. Madrid: Departamento de Economía y Gestión Forestal de la Ciudad Universitaria.
- Iráizoz, Belén, Rapún, Manuel & Zabaleta, Idoia. (2002). *El efecto del capital físico y humano en el crecimiento de la productividad agraria de las regiones españolas*. España: Departamento de Economía de la Universidad Pública de Navarra.
- Miranda, Juan Carlos & Araya, Lorena del Carmen. (2003). Eficiencia económica en las escuelas del programa MECE-rural, desde la perspectiva del análisis envolvente de datos (ADE). Publicación de Estudios Pedagógicos de la Universidad Austral de Chile, núm. 29, pp. 27-37. Chile.
- Pérez, Juan Fernando. (1998). *Evaluación de la eficiencia de las regiones en Colombia mediante el análisis envolvente de datos*. Colombia: Uniandes.
- Raffo Lecca, Eduardo & Ruiz Lizama, Edgar. (2005). Fronteras de eficiencia para operadores de decisiones. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM*, vol. VIII, pp. 77-82.
- Santos, Józimo & Ortega, Jorge. (2005). *Eficiencia técnica del gasto público rural: Análisis de fronteras estocásticas para países de América Latina y el Caribe* (pp. 1-27). Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Referencias cibergráficas

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). www.inegi.com.mx
- Marinho, Emerson, Soares, Francisco, y Benegas, Mauricio. (2008). Desigualdade de Renda e Eficiência Técnica na Geracao de Bem-estar entre os Estados Brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, 58(4). <http://epge.fgv.br/porta/arquivo/1737.pdf>

Anexo

Cuadro A1
República Mexicana: variables de insumos por entidad federativa (2000)

<i>Núm.</i>	<i>Entidad Federativa</i>	<i>PEAE</i>	<i>PRP</i>	<i>IED</i>
1.	Aguascalientes	374 680	1 106 128 198	785 938 560
2.	Baja California	1 097 323	3 721 325 851	9 416 607 360
3.	Baja California Sur	196 284	760 310 972	773 787 840
4.	Campeche	304 041	1 046 764 632	109 041 600
5.	Coahuila de Zaragoza	982 425	2 182 751 552	2 952 016 320
6.	Colima	257 958	745 204 531	91 021 440
7.	Chiapas	1 758 667	2 344 664 238	21 583 680
8.	Chihuahua	1 287 582	4 060 669 526	10 374 575 040
9.	Distrito Federal	3 927 895	65 206 300 000	83 940 997 440
10.	Durango	612 987	1 490 947 823	364 658 880
11.	Guanajuato	1 971 884	4 643 424 459	714 674 880
12.	Guerrero	1 173 742	2 603 988 622	99 994 560
13.	Hidalgo	926 322	1 973 622 645	80 231 040
14.	Jalisco	3 014 933	7 105 766 922	11 479 613 760
15.	México	5 541 385	11 252 519 692	4 540 396 800
16.	Michoacán de Ocampo	1 683 433	3 713 371 576	278 966 400
17.	Morelos	668,993	1 388 431 723	647 300 160
18.	Nayarit	433 595	988 138 253	429 699 840
19.	Nuevo León	1 707 871	5 132 114 853	23 044 903 680
20.	Oaxaca	1 385 520	1 776 427 242	16 263 360
21.	Puebla	2 178 046	3 051 588 520	5 271 041 280
22.	Querétaro de Arteaga	589 761	1 675 641 093	1 552 673 280
23.	Quintana Roo	370 353	1 350 378 876	932 492 160
24.	San Luis Potosí	950 093	2 178 247 378	2 783 825 280
25.	Sinaloa	1 188 616	2 458 654 512	116 863 680
26.	Sonora	978 326	2 461 246 889	3 999 815 040
27.	Tabasco	765 635	3 718 582 861	373 247 040
28.	Tamaulipas	1 240 757	2 913 890 621	4 693 074 240
29.	Tlaxcala	408 687	888 835 635	42 528 000
30.	Veracruz de Ignacio de la Llave	2 796 263	3 707 411 827	233 298 240
31.	Yucatán	780 844	1 071 084 770	532 632 960
32.	Zacatecas	538 477	1 837 296 708	117 883 200

Fuente: elaboración propia de los autores con información del INEGI (2000) y la Secretaría de Finanzas del Distrito Federal (2000).

Cuadro A.2
República Mexicana: variables de productos por entidad federativa, 2000

<i>Núm.</i>	<i>Entidad federativa</i>	<i>PIBE</i> <i>(Miles)</i>	<i>CUR</i>	<i>Núm.</i>	<i>Entidad federativa</i>	<i>PIBE</i> <i>(Miles)</i>	<i>CUR</i>
1.	Aguascalientes	61 679 103	21	17.	Morelos	66 511 351	85
2.	Baja California	180 879 629	45	18.	Nayarit	26 379 053	44
3.	B. California S.	26 961 076	17	19.	Nuevo León	352 924 312	43
4.	Campeche	59 557 288	26	20.	Oaxaca	73 878 368	159
5.	Coahuila de Z.	155 674 752	45	21.	Puebla	187 412 866	260
6.	Colima	27 247 752	19	22.	Querétaro de Arteaga	86 334 283	58
7.	Chiapas	81 194 852	144	23.	Quintana Roo	69 770 372	20
8.	Chihuahua	228 549 529	48	24.	San Luis Potosí	85 772 440	54
9.	Distrito Federal	1 121 855 818	31	25.	Sinaloa	96 569 985	86
10.	Durango	59 924 458	40	26.	Sonora	133 261 690	61
11.	Guanajuato	170 862 209	111	27.	Tabasco	60 267 752	92
12.	Guerrero	85 676 774	125	28.	Tamaulipas	154 304 070	46
13.	Hidalgo	64 968 610	99	29.	Tlaxcala	26 511 265	81
14.	Jalisco	321 206 819	178	30.	Veracruz de I. de Ll.	198 245 695	275
15.	México	503 113 132	399	31.	Yucatán	69 230 571	87
16.	Michoacán de O.	110 932 058	181	32.	Zacatecas	35 859 749	61

Fuente: elaboración propia con información del INEGI (2000).