

¿Es óptimo el uso de los factores productivos en México? Una respuesta a través del análisis de fronteras estocásticas

Is the use of productive factors optimal in Mexico? A response through the stochastic frontier analysis

Oswaldo U. Becerril Torres^{1*}, María del Rosario Demuner Flores²

Becerril Torres, O. U., Demuner Flores, M. R. ¿Es óptimo el uso de los factores productivos en México? Una respuesta a través del análisis de fronteras estocásticas. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 62: 42-48, mayo-agosto 2014.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar la eficiencia técnica para las entidades federativas de México y determinar si se está haciendo un uso óptimo de los factores de la producción. La metodología a emplear es el análisis de fronteras estocásticas. Entre los principales resultados se encuentran que la eficiencia técnica promedio es de 72% en términos reales, lo que muestra el potencial que aún tienen estas economías de mejorar en el uso de los factores. El indicador de eficiencia revela que los estados que hacen mejor uso de sus factores productivos son el Distrito Federal, el Estado de México y Guanajuato, quienes han reducido de manera importante las ineficiencias en su uso.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the technical efficiency for federal entities in Mexico and

Palabras clave: análisis de fronteras estocásticas, eficiencia técnica, entidades federativas, frontera de producción, Batesse y Coelli, ineficiencia.

Keywords: stochastic frontier analysis, technical efficiency, federal entities, production function, Batesse and Coelli, inefficiencies.

Recibido: 30 de julio de 2013, aceptado: 12 de mayo de 2014

¹ Facultad de Economía, Universidad Autónoma del Estado de México.
² Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma del Estado de México.

* Autor para correspondencia: obecerril@uaemex.mx

³ Esta medida de eficiencia técnica es output orientada. Las medidas de eficiencia output-orientadas u orientadas al producto responden a la pregunta de cuánto es posible expandir el producto sin alterar la cantidad de insumos.

determine if an optimal use of production factors are being done. The methodology to be used is the stochastic frontier analysis. The main results are that the technical efficiency average is 72 percent, in real terms, which shows the potential that these economies still have to improve the use of factors. The efficiency indicator shows that the federal entities that make better use of their productive factors are Mexico City, the state of Mexico and Guanajuato, which have significantly reduced their inefficiencies in its use.

INTRODUCCIÓN

La literatura contemporánea ha adquirido relevancia en el estudio del uso de los factores al aceptarse que pueden existir ineficiencias al utilizar una tecnología de producción; por ello, estudios empíricos recientes han mostrado la existencia de ineficiencias, lo que ha llevado a la generación de dos grandes vertientes para el análisis de las fronteras de producción: el análisis envolvente de datos (DEA, *data envelopment analysis*, por sus siglas en inglés) y el análisis de fronteras estocásticas (SFA, *stochastic frontier analysis*, por sus siglas en inglés). En este documento se utiliza esta última.

Uno de los primeros estudios sobre el análisis de las fronteras de producción se encuentra en Farrell (1957), quien definió a la eficiencia técnica³ como la habilidad de la empresa para obtener la máxima producción dado un conjunto de insumos. En esta investigación se considera dicha propuesta.

En el ámbito de la investigación empírica, existen diversos trabajos que se han realizado para países y regiones; los pioneros: Battese et al. (1989), Battese y Coelli (1988, 1992); en Europa: Delgado y Álvarez (2003). Para el caso de Iberoamérica Chortareas et al. (2007), Ferro et al. (2011) y Becerril y Munguía (2013). Para México, Becerril et al. (2007), Becerril et al. (2009, 2010) y Chávez y Fonseca (2012).

Lo anterior permite observar que es limitada la investigación acerca de eficiencia técnica para México, lo que restringe la posibilidad de tener un mejor entendimiento sobre el uso de los factores de producción en este país y sus entidades federativas. Se identifica así un problema de investigación al no contar con indicadores suficientes que permitan determinar las características relevantes con respecto a la manera en que se hace uso de los factores de la producción desde la perspectiva del análisis de fronteras estocásticas. Por ello se estableció como objetivo obtener un indicador, analizar la eficiencia técnica de las entidades federativas y determinar, con los datos existentes, si se hace un uso óptimo de los factores. Situación que lleva a preguntarse ¿es óptimo el uso de éstos?, a lo que una respuesta tentativa, o hipótesis, es que existen ineficiencias en su uso, lo cual conduce, en principio, a obtener un indicador que permita identificar los niveles de eficiencia técnica de las entidades federativas en México. Para llevar a cabo la medición de la eficiencia técnica de las entidades federativas, se presenta la metodología de análisis de fronteras estocásticas a partir del modelo propuesto por Battese y Coelli (1995), así como la descripción de datos y fuentes de información. Se identifica el modelo más adecuado para estimar la eficiencia técnica y se hace un análisis de resultados obtenidos a través de dicho modelo. Se discuten los resultados, identificando similitudes y diferencias respecto a trabajos anteriores sobre el ámbito de estudio y se presentan las principales conclusiones derivadas del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar el nivel de eficiencia técnica de las entidades federativas fue necesario contar con un indicador que permitiera cuantificarlo e identificar la posible existencia de ineficiencias. En esta investigación se utilizó el modelo propuesto por Battese y Coelli (1995), ya que con éste es posible obtener la estimación de la frontera de producción

y la eficiencia técnica de manera conjunta, lo que permite flexibilizar la estructura temporal de la ineficiencia técnica. En el modelo se considera la función de producción estocástica para un panel de datos de la forma:

$$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + V_{it} - U_{it}) \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T,$$

donde Y_{it} denota la producción para el i -ésimo estado de la t -ésima observación.

x_{it} es un vector de tamaño $(1 \times k)$, de valores de una función conocida de insumos y otras variables explicativas asociadas con el i -ésimo estado en la t -ésima observación. β es un vector columna de tamaño $(k \times 1)$ de parámetros desconocidos a ser estimados. V_{it} son los errores aleatorios que se suponen independientes e idénticamente distribuidos, *iid*, y que se distribuyen como una normal con media cero y varianza constante, $N(0, \sigma_v^2)$, e independientemente distribuidos de U_{it} . U_{it} son variables aleatorias no negativas, asociadas con la ineficiencia técnica de la producción, las cuales se suponen independientemente distribuidas, tal que U_{it} se obtiene por truncación en cero de una distribución $N(z_{it}\delta, \sigma^2)$. z_{it} es un vector de tamaño $(1 \times m)$ variables explicativas asociadas con la ineficiencia técnica de la producción de las entidades federativas a través del tiempo y δ es un vector de tamaño $(m \times 1)$ de parámetros desconocidos a ser estimados.

La ecuación (1) especifica la frontera de producción estocástica en términos de los valores de producción originales. A su vez, la ineficiencia técnica, u_{it} , es función de un conjunto de variables explicativas, Z_{it} , y un vector de coeficientes desconocidos, δ . Así pues, la ineficiencia técnica se expresa como:

$$u_{it} = Z_{it}\delta + W_{it} \quad (2)$$

donde, $W_{it}\delta$ sigue una distribución normal truncada en $Z_{it}\delta$ con media cero y varianza constante σ^2 . Las ecuaciones (1)-(2) se estiman simultáneamente siguiendo el método de Máxima Verosimilitud⁴, de donde se obtiene la eficiencia técnica de la forma:

⁴ La función de verosimilitud y sus derivadas parciales con respecto a los parámetros del modelo se presentan en Battese y Coelli (1993), donde la primera se expresa en función de los parámetros de la varianza $\sigma_v^2 = \sigma_u^2 + \sigma^2$ y $\gamma = \sigma^2 / \sigma_v^2$ (siguiendo la parametrización en Battese y Corra, 1977).

$$ET_{it} = \frac{E(Y_{it}^*/u_{it}, X_{it})}{E(Y_{it}^*/u_{it}=0, X_{it})} = \exp(-u_{it}) \quad (3)$$

donde Y_{it}^* es la producción, que es igual a Y_{it} cuando la variable dependiente no está transformada, e igual a $\exp(Y_{it})$ cuando ésta se expresa en logaritmos. Por tanto, la eficiencia técnica se calcula como el cociente del nivel de producción obtenido con respecto al máximo alcanzable dadas las cantidades de los insumos (es decir, cuando $u_{it} = 0$). Asimismo, su valor oscila entre 0 y 1, siendo el caso extremo superior el de eficiencia total.

Datos y fuentes de información

El panel de datos considerado en esta investigación contiene información de los censos económicos de México de 2004 y 2009. La variable de producción Y_{it} , es representada por la Producción Bruta Total en miles de pesos a precios constantes de 2003, los insumos de producción, los x_{it} , se incorporan a través de la inversión, que corresponde a la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) en miles de pesos, a precios constantes de 2003, y el empleo, L, que hace referencia al Personal Ocupado Total. La fuente de información estadística de la producción, la inversión y el empleo procede de los Censos Económicos del INEGI (2004, 2009).

A partir de esta clasificación y de la aplicación de las ecuaciones (1), (2) y (3) se obtuvo el modelo para la estimación de la eficiencia técnica de las entidades federativas de México consideradas en el estudio y que a continuación se presentan.

RESULTADOS

Estimación de la eficiencia técnica de las entidades federativas

Siguiendo el modelo de Battese & Coelli (1995), que se ha presentado previamente, se llevó a cabo la estimación de la eficiencia técnica de las entidades federativas de México. La tecnología se representa mediante una función de producción translogarítmica de la forma:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_j \ln(X_{jit}) + \sum_{j=1}^2 \sum_{h=1}^2 \beta_{jh} \ln(X_{jit}) \ln(X_{hit}) + V_{it} - U_{it} \quad (4)$$

$i=1, \dots, 32$ entidades federativas $t=2003, 2008$

donde Y_{it} es la Producción Bruta Total y X_{it} es un vector que hace referencia a los insumos considerados (j, h ésimos empleo, L, y capital o inversión, K). V_{it} es el error aleatorio y U_{it} representa el término de ineficiencia. Éste, a su vez, se define mediante la ecuación

$$U_{it} = \delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 T^2 + \sum_{i=1}^{31} \lambda_i D_i + W_{it} \quad (5)$$

La ecuación de la ineficiencia incorpora una variable temporal (T), así como *dummies* individuales (D_i), con el objetivo de controlar las diferencias inobservadas entre las entidades federativas, dado que estos componentes también pueden influir en la eficiencia y, por último, el error aleatorio W_{it} . La medida de la eficiencia técnica de Farrell (1957) se estima a partir de la expresión

$$ET_{it} = \exp(-U_{it}) = \exp[-(\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 T^2 + \sum_{i=1}^{31} \lambda_i D_i) - W_{it}] \quad (6)$$

La expresión (6) permitió calcular la eficiencia técnica, que se obtiene como el cociente del nivel de producción obtenido con respecto al máximo alcanzable dadas las cantidades de los insumos (es decir, cuando $U_{it} = 0$). Su valor oscilará entre 0 y 1, éste último caso es el más eficiente, que en caso de obtenerse, coincidiría con el supuesto del modelo neoclásico de existencia de eficiencia técnica total.

En la Tabla 1 se realizó un conjunto de contrastes de razón de verosimilitud (λ), que contribuyeron a seleccionar la forma funcional más adecuada, tras decidir cuáles de las hipótesis nulas que se plantearon serán aceptadas. En el primer contraste, no se rechazó la hipótesis nula de que la forma funcional Cobb-Douglas es preferida a la translogarítmica. A continuación, se contrastó la existencia de ineficiencia técnica en el término de error. Puesto que se rechazó la hipótesis de que el parámetro γ sea igual a cero, se analizó la necesidad de incorporar la ineficiencia técnica en la función de producción y el hecho de que una función de producción media supone una representación adecuada de los datos. Por último, los contrastes tercero y cuarto consideraron la hipótesis de que la ecuación de la ineficiencia no es función de los regresores considerados, confirmándose la significatividad de las variables que explican la ineficiencia técnica, incluidos los efectos individuales, ya que dichas hipótesis se rechazan.

Tabla 1. Contrastes de Especificación

| Hipótesis nula | Log. F. Verosimilitud | Valor λ | Valor crítico | Decisión |
|--|--------------------------|-----------------|---------------|------------|
| | | | | 95 % |
| $H_0: \beta_{KL} = \beta_L^2 = \beta_K^2 = 0$ | -32.37 | -60.23 | 7.815 | No rechazo |
| $H_0: \gamma = \delta_0 = \dots = \delta_{17} = 0$ | -33.83 | 62.89 | 28.26 | Rechazo |
| $H_0: \delta_2 = \dots = \delta_{17} = 0$ | -33.83 | 60.87 | 22.36 | Rechazo |
| $H_0: \delta_1 = \dots = \delta_{17} = 0$ | -33.83 | 62.89 | 24.99 | Rechazo |

El estadístico λ se calcula como: $\lambda = -2[\log(\text{f. verosimilitud}(H_0)) - \log(\text{f. verosimilitud}(H_1))]$, que se distribuye según una chi-cuadrado con grados de libertad iguales al número de parámetros que se igualan a cero en la hipótesis nula.

En el contraste cuya hipótesis nula considera $\gamma = 0$ el estadístico λ sigue una distribución Chi-cuadrado mixta. Así, los valores críticos se obtienen de Kodde y Palm (1986), p. 1246, Tabla 1.

Fuente: Elaboración de los autores con base en estimaciones de las ecuaciones 4 y 5.

Una vez realizados los contrastes de la Tabla 1, y con base en el modelo de Battese & Coelli (1995) se llevó a cabo la estimación⁵ por Máxima Verosimilitud de las ecuaciones (4)-(5) simultáneamente. Los resultados se reportan en la Tabla 2.

Tabla 2. Función de Producción Translogarítmica (Battese & Coelli, 1995)

| Variable | Parámetro | Coefficiente | T-Estadístico |
|---|--------------|--------------|---------------|
| Frontera Estocástica | | | |
| Constante (C) | β_0 | 8.59 | 7.06* |
| Inversión (K) | β_K | 0.52 | 3.99* |
| Empleo (L) | β_L | 0.18 | 1.25* |
| Modelo de Ineficiencia con efectos fijos | | | |
| Parámetros de la varianza | σ_s^2 | 0.793E-01 | 0.24E+01* |
| | γ | 0.518E-01 | 0.476E+01* |
| Log. F. Verosimilitud | | -0.238E+01 | |

*Parámetro significativo al 95%.

Fuente: Elaboración de los autores con base en estimaciones de las ecuaciones 4 y 5.

Puesto que las últimas tres hipótesis nulas se rechazaron se estimó el modelo de frontera estocástica especificando la función de producción Cobb Douglas y la ecuación de ineficiencia propuestas. La varianza de los parámetros se expresa en términos de $\gamma = \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + \sigma_v^2}$ y $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma^2$ siendo σ_v^2

y σ^2 las varianzas en las distribuciones de V_{it} y U_{it} , respectivamente. De ello, el valor del parámetro γ indica que la proporción de la varianza de U_{it} sobre el error compuesto total es de 0.05% y muestra el error cometido al utilizar las funciones de producción medias en las que se ignora las diferencias en eficiencia. Por último, los valores de la eficiencia técnica para las entidades federativas para cada año considerado, obtenidos a partir del modelo de frontera estocástica, mediante la implementación de la expresión (6), se presentan en el Anexo Estadístico A-1 (Tabla 3). En el siguiente apartado se analiza su evolución temporal.

Análisis de resultados

Los resultados obtenidos muestran la posición relativa que tienen las entidades federativas, de acuerdo a los últimos datos disponibles, respecto a la máxima eficiencia obtenible respecto a su frontera de producción. De ello existen importantes disparidades en la forma que cada uno de ellos está utilizando sus factores productivos, y no sólo eso, sino que en conjunto también se observa que existen posibilidades de mejorar en su utilización, ya que la eficiencia media de las entidades federativas es de 72%.

A pesar de ello, el Distrito Federal y el Estado de México presentan niveles de eficiencia altos (98%), lo que muestra un buen uso de sus factores productivos, cercanos a los 100 puntos porcentuales. Sin embargo, en el extremo opuesto se encuentran los estados de Guerrero, Baja California Sur y Nayarit, con los índices de eficiencia más bajos, de 32%, 33% y 34%, respectivamente.

⁵ Véase Coelli (1996).

Tabla 3. Anexo A-1. Eficiencia técnica de las entidades federativas 2003 y 2008

| Entidad federativa | 2003 | 2008 | Entidad federativa | 2003 | 2008 |
|---------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Aguascalientes | 0.52 | 0.77 | Nayarit | 0.17 | 0.34 |
| Baja California | 0.38 | 0.69 | Nuevo León | 0.91 | 0.97 |
| Baja California Sur | 0.24 | 0.33 | Oaxaca | 0.58 | 0.87 |
| Campeche | 0.97 | 0.96 | Puebla | 0.60 | 0.74 |
| Coahuila | 0.75 | 0.94 | Querétaro | 0.56 | 0.85 |
| Colima | 0.30 | 0.41 | Quintana Roo | 0.32 | 0.43 |
| Chiapas | 0.66 | 0.89 | San Luis Potosí | 0.55 | 0.78 |
| Chihuahua | 0.55 | 0.74 | Sinaloa | 0.37 | 0.50 |
| Distrito Federal | 0.98 | 0.98 | Sonora | 0.57 | 0.81 |
| Durango | 0.35 | 0.49 | Tabasco | 0.97 | 0.96 |
| Guanajuato | 0.94 | 0.97 | Tamaulipas | 0.49 | 0.74 |
| Guerrero | 0.16 | 0.32 | Tlaxcala | 0.41 | 0.56 |
| Hidalgo | 0.73 | 0.92 | Veracruz | 0.70 | 0.91 |
| Jalisco | 0.91 | 0.95 | Yucatán | 0.38 | 0.51 |
| México | 0.96 | 0.97 | Zacatecas | 0.31 | 0.45 |
| Michoacán | 0.47 | 0.70 | Media | 0.57 | 0.72 |
| Morelos | 0.47 | 0.62 | Desviación estándar | 0.25 | 0.22 |

Elaborada con datos de INEGI.

Para observar cómo ha evolucionado la eficiencia de las entidades federativas se ha elaborado la Figura 1. En ella se puede identificar la posición que ocupa cada una de éstas. También se puede observar que 13 estados se encuentran por debajo de la media de eficiencia en el uso de los factores.

En la Figura 2 (mapa) se pueden observar tres rangos de eficiencia técnica: alta, media y baja.

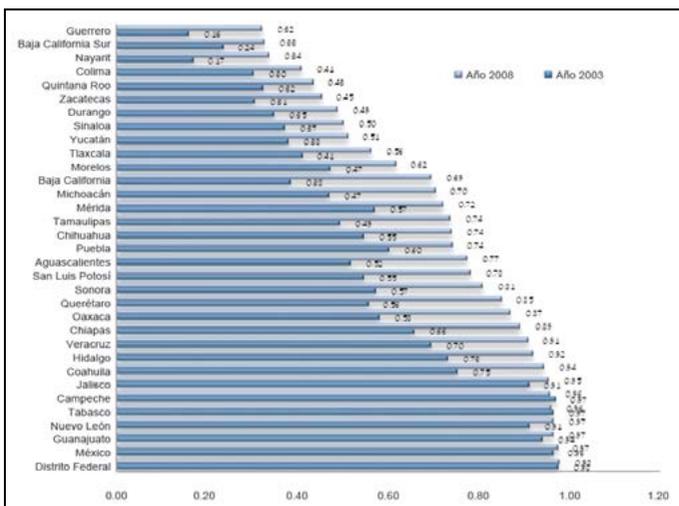


Figura 1. Eficiencia técnica de las entidades federativas en los años 2003 y 2008.

Elaborada con base en datos de INEGI.

En lo que se refiere a la eficiencia promedio del conjunto de entidades, ésta ha aumentado, de ser de 57% en el año 2003 a 72% en el año 2008.

DISCUSIÓN

Una vez analizados los indicadores de eficiencia técnica de las entidades federativas de México y al comparar con estudios similares en cuanto a medi-

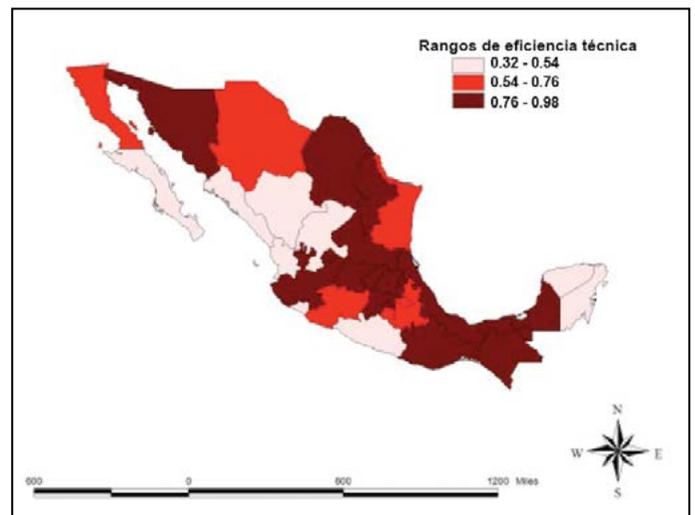


Figura 2. Niveles de eficiencia técnica del año 2008. Entidades federativas con niveles de eficiencia técnica alta, media y baja. Estratificación utilizada de intervalos iguales.



Figura 3. Combinación de los factores de la producción. La combinación óptima del factor capital, representado por las máquinas, y el empleo por los trabajadores, permiten obtener una eficiencia técnica total. Imagen tomada de: <http://www.bosch.com.mx/>

ción de la eficiencia, en todos se identifica la existencia de ineficiencias. En el caso de Becerril et al. (2010), el estudio considera el periodo comprendido desde 1980 hasta 2003 con información y periodicidad de los Censos Económicos del INEGI, lo que lleva a comparar únicamente los resultados del año 2003 respecto a este estudio. De ello, estos autores también encuentran ineficiencias en el uso factorial, en aquel caso, para el año 2003 de 0.20 o 20%, que al contrastar con las de este estudio, éstas son del 43%. La diferencia puede estar siendo generada porque aquella es calculada con información nominal, en tanto que la de este documento es considerada en términos reales, utilizando deflatores individuales para cada entidad federativa. Asimismo, respecto al trabajo de Chávez y Fonseca (2013), es orientado

a la industria manufacturera regional, encontrando que en el periodo de estudio (1988-2008, con datos de los censos económicos) la ineficiencia media fue de 0.3 o 30 puntos porcentuales.

CONCLUSIONES

Una vez identificado el contexto económico de las entidades federativas se ha procedido a estimar la función de producción del modelo de fronteras estocásticas para obtener la eficiencia técnica de todas y cada una de ellas. Los resultados arrojan información relevante que tiene que ver con las disparidades existentes entre ellos y la posibilidad que tienen en conjunto de mejorar, ya que su nivel de eficiencia técnica promedio es de 72% en términos reales, lo que muestra el potencial que aún tienen estas economías como grupo. El indicador de eficiencia técnica muestra que los estados que hacen mejor uso de sus factores productivos son el Distrito Federal, el Estado de México y Guanajuato, quienes han reducido de manera importante sus ineficiencias en el uso de los factores. Asimismo, coincidiendo con la hipótesis que se estableció en esta investigación, de suponer que existen ineficiencias en el uso de los factores en las entidades federativas en México, la información obtenida permite confirmarla, dado que aún es posible hacer un mejor uso de los factores reduciendo las ineficiencias hasta 28%, no obstante que en el periodo analizado éstas se han reducido.

Una perspectiva de análisis adicional a este estudio es que se puede vincular con la productividad total de los factores, PTF⁶, la cual incide sobre la producción, el crecimiento y desarrollo económicos, de tal forma que lograr un uso óptimo del capital y el trabajo, redundará en mayores tasas de crecimiento de las entidades federativas en México.

⁶ Estudios sobre la PTF se pueden identificar en la iniciativa KLEMS-México de INEGI (2013) y en Álvarez et al. (2011) y Becerril et al. (2013).

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, I. et al. The effect of infrastructures on Total Factor Productivity and its Determinants: A study on Mexico. *Revista Estudios Económicos*, 26(1 enero-junio): 97-122, 2011.
- BATTESE, G. y COELLI, T. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325-332, 1995.
- BATTESE, G. y COELLI, T. *A Stochastic Frontier Production Function incorporating a model for technical inefficiency effects*. Working Paper in Econometrics and Applied Statistics 69/93. Department of Econometrics, University of New England, 1993.
- BATTESE, G. y COELLI, T. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3: 153-169, 1992.
- BATTESE, G. Y COELLI, T. Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38: 387-399, 1988.
- BATTESE, G. et al. Estimation of frontier production functions and the efficiencies of Indian farms using panel data from ICRISAT'S Village level studies. *Journal of Quantitative Economics*, 5: 327-348, 1989.
- BATTESE, G. y CORRA, G. S. Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21.: 169-179, 1977.
- BECERRIL, O. et al. Disparidades en eficiencia técnica e influencia de las infraestructuras sobre la convergencia en eficiencia en México. *Investigaciones Regionales*. Mayo: 51-69, 2009.
- BECERRIL, O. et al. Eficiencia técnica de las entidades federativas de México. *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, mayo-agosto 2010(33), 2010.
- BECERRIL, O. et al. Disparidades en eficiencia técnica y convergencia en eficiencia en México: un análisis de frontera. *Quivera*, Julio-Diciembre, 2007-29(002): 131-154, 2007.
- BECERRIL, O. et al. Frontera tecnológica y Productividad total de los Factores de las Regiones de México. *Región y Sociedad*, 26(57. Mayo-agosto): 5-26, 2013.
- BECERRIL, O. U. y MUNGUÍA, G. Efecto de la globalización sobre la Eficiencia Técnica en el contexto regional de Colombia. *Revista AD-minister*, 22 enero-junio, 2013.
- CHÁVEZ, J. C. y FONSECA, F. J. Eficiencia Técnica y Estructural de la industria manufacturera en México: un enfoque regional. Banco de México. *Working paper* 2012-03. Mayo 2012.
- COELLI, T. *A guide to Frontier Version 4.1.: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation*. CEPA Working Paper 96/07. 1996.
- CHORTAREAS, G. E. et al. *Desempeño del Sector Bancario en Algunos Países Latinoamericanos: Poder de Mercado versus Eficiencia*. Documento de trabajo No. 2010-20. Banco de México. 2007.
- DELGADO, M. J. y ÁLVAREZ, I. Eficiencia técnica y convergencia en los sectores productivos regionales. *Investigaciones Regionales*. Otoño, Número 033. 2003.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(Part. 3): 253-290, 1957.
- FERRO, G. et al. *Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado*. CEPAL. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Documentos de proyectos No. 385. 2011.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Censos Económicos 2004*. México: Autor. 2004.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Censos Económicos 2009*. México: Autor. 2009.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Productividad Total de los Factores. Modelo KLEMS. Boletín de investigación número 02/13*. Aguascalientes, México: Autor. 2013.
- KODDE, D. A. y PALM, F. C. Notes and comments Wald criteria for jointly equality and inequality restrictions. *Econometrica*, 54(5): 1243-1248, 1986.