

# La Productividad Total de los Factores de la Banca Comercial en México: Un Análisis a través del Índice Malmquist

JOSÉ CÉSAR LENIN NAVARRO CHÁVEZ<sup>1</sup>

FÉLIX CHAMÚ NICANOR<sup>2</sup>

## Resumen

El objetivo principal del presente trabajo es medir la eficiencia técnica, el cambio tecnológico y la productividad total de los factores (PTF) de la banca comercial de México a través del índice Malmquist, el cual es calculado mediante el DEA<sup>3</sup> para el periodo 2001-2009. El estudio es realizado para 11 grandes bancos comerciales (DMUs). Los resultados sugieren que, en la mayoría de los periodos la eficiencia técnica de las DMUs ha mejorado o se ha mantenido constante, también muestran que existe progreso o *status quo* en la frontera tecnológica en casi todos los casos.

Con respecto a la PTF, la mayoría de las DMUs muestran valores crecientes o estables y solo algunos bancos tuvieron retroceso en la PTF en algún periodo. En conclusión, la banca comercial de México ha tenido un comportamiento aceptable en cuanto a la productividad total de los factores.

**Palabras Clave:** Productividad, eficiencia, cambio tecnológico, índice Malmquist, banca comercial, México.

## Abstract

The main objective of this research paper is to stand the technical efficiency, the technological change and the total of the productivity factors (TFP) of commercial banking in Mexico across Malmquist index, which is calculated by the DEA for the period 2001-2009. The study is conducted for 11 large commercial banks (DMUs). The results suggest that, in most periods the technical efficiency of the DMUs has improved or remained constant, also show that there is progress or status quo at the technological frontier in almost all cases.

With regard to TFP, the majority of DMUs show increasing or stable values and only some banks were back in TFP in any period. In conclusion, the commercial banking in Mexico has had an acceptable behavior in terms of total factor productivity.

**Keywords:** Productivity, efficiency, technological change, Malmquist Index, Commercial Bank, Mexico.

---

<sup>1</sup> Profesor Investigador del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

<sup>2</sup> Estudiante del Doctorado en Ciencias en Negocios Internacionales del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

<sup>3</sup> Por sus siglas en inglés Data Envelopment Analysis.

## **I. Introducción**

En la actualidad, la globalización se ha expandido en todos los ámbitos de la economía, y los mercados financieros no han sido la excepción. Solorza (2008), considera que “en las décadas de los ochenta y noventa los mercados financieros de los países desarrollados crecieron considerablemente”(p. 108). Señala que con ello se presentó una gran movilidad de capitales desde las economías desarrolladas a las economías emergentes. Los países receptores del flujo de capital de Latinoamérica, fueron aquellos que tenían mayor nivel de desarrollo (México, Brasil y Argentina). Sin embargo, aunque sus sistemas financieros crecieron, la integración a los sistemas financieros desarrollados trajo severas crisis financieras para dichos países, manifestándose principalmente en su banca comercial.

Un banco es una institución cuyas operaciones habituales consisten en conceder préstamos y recibir depósitos del público. Es decir, el papel destinado a la banca es intermediar recursos financieros, con el fin de hacer coincidir en el mercado a agentes deficitarios y superavitarios. En general se puede señalar que, la banca tiene tres funciones primordiales: a) administrar el ahorro b) transformar el ahorro en créditos para apoyar los proyectos productivos y c) administrar el sistema de pagos que permite la liquidación de las operaciones comerciales (ABM, 2010). Sin embargo, existe un déficit en el cumplimiento de sus funciones y además, cuando lo hace o intenta hacerlo los costos financieros son demasiados altos.

Actualmente en México, con respecto a las funciones que la banca debe desempeñar en la economía, el papel que juega es muy limitado. En lugar de tener un punto de apoyo en el sistema bancario, parecería que está teniendo un lastre. Las tasas de interés activas muy elevadas son un costo financiero que, además de representar un gasto excesivo para las empresas, evidencian que no se ha logrado ni la disminución ni la transformación de los así llamados -costos de transacción-, para lograr una economía más competitiva (Ibarra, 2003).

## **II. Eficiencia Técnica y Cambio Tecnológico: Desarrollos Teóricos**

Existe una gran cantidad de conceptualizaciones sobre la eficiencia, según Giménez (2001), por eficiencia de una DMU<sup>4</sup> se entiende la comparación entre los valores observados y los óptimos

---

<sup>4</sup> DMU (Decision Making Units): Unidades objeto de estudio del Análisis Envolvente de Datos. Generalmente una DMU es considerada como la entidad responsable de convertir insumos en productos y cuyo desempeño es evaluado. En las aplicaciones de gestión, los DMUs pueden incluir bancos,

correspondientes a sus inputs y outputs. El autor señala que esta comparación puede llevarse a cabo a través de dos vías<sup>5</sup>: la primera a través del output máximo alcanzable, para un nivel dado de inputs y el realmente alcanzado (orientación hacia el output) y la segunda, a través de la comparación del nivel mínimo de inputs necesario, para un nivel dado de outputs, y el realmente empleado (orientación hacia el input). A este tipo de eficiencia, que hace referencia a los niveles de inputs y outputs en unidades físicas, se le conoce como eficiencia técnica. Sin embargo, si los inputs y outputs se miden en términos de costos, ingresos o beneficios, es decir, tomando en cuenta sus precios, la medida se denomina eficiencia económica.

Para Arzubi y Berbel (2002), “en una perspectiva de largo plazo, la eficiencia implica la maximización del beneficio y la minimización del costo”. La eficiencia puede entenderse como el producir tanto como sea posible con los recursos disponibles, hacer uso de la menor cantidad de insumos admisibles para alcanzar un nivel determinado de productos, o bien, combinar estas alternativas de modo que se obtengan los mejores resultados de esta relación (Guio & Monroy, 2003).

En el mismo sentido, una unidad es eficiente si no existe ninguna unidad en el grupo o combinación de ellas que permita generar la misma cantidad de outputs con un nivel inferior de inputs o, de manera alternativa, que permita generar una mayor cantidad de outputs con el mismo nivel de inputs (Calderón, 2007). Por tanto, se reconoce de manera implícita que existe al menos un punto o unidad eficiente, la cual se ubica en la frontera de posibilidades de producción.

De acuerdo a las conceptualizaciones anteriores sobre la eficiencia, se puede concluir que los diferentes autores de manera general apuntan que la eficiencia está relacionada con la maximización del producto a partir de un nivel dado de insumos o con la minimización de costos (insumos) a partir de cierto nivel de producto.

## **II.1 Estimación de la Eficiencia: Métodos de No Frontera y Frontera**

Existen muchas técnicas para medir la actuación de las DMUs, sin embargo, de manera general la estimación de la eficiencia puede llevarse a cabo a través de dos métodos generales: métodos de no frontera y métodos de frontera.

---

departamentos de tiendas y supermercados, y se extiende a los fabricantes de automóviles, hospitales, escuelas, bibliotecas públicas y más (Cooper, Seiford, & Kaoru, 2007).

<sup>5</sup> Existe una tercera vía que resulta a partir de la combinación de las dos anteriores (no orientada).

**Métodos de No Frontera.** Estos métodos no requieren definir ninguna frontera de producción para llevar a cabo la medición. Giménez (2001) señala que estos métodos, evalúan la eficiencia de una DMU de forma absoluta, a través del cálculo de uno o varios ratios, sin tener en cuenta el resto de las DMUs analizadas en el índice de eficiencia. Estos métodos tienen dos vertientes (Navarro, 2005): los métodos basados en los números índices y aquellos que buscan verificar la habilidad de las unidades productivas para equiparar la productividad de los factores a sus precios normalizados. Según Giménez (2001), los números índice o índices de productividad pueden ser calculados en dos niveles, como índice de productividad parcial<sup>6</sup> o como índice de productividad total. Por otra parte, el análisis de ratios, a diferencia de los índices de productividad parcial, evita el uso de los precios en la obtención de una medida global de eficiencia a partir de los indicadores parciales.

**Métodos de Frontera.** La idea principal es establecer una frontera a partir del consumo de inputs y la obtención de outputs de un conjunto de unidades<sup>7</sup> (DMUs). Dicha frontera incluirá las DMUs eficientes y las que se encuentren por debajo de ella serán consideradas como ineficientes.

Se han desarrollado dos métodos principales para estimar fronteras de producción<sup>8</sup>: paramétrico (estocástico) y no paramétrico, Data Envelopment Analysis (DEA)” (Aguirre, Herrera, & Bravo, 2004). Según los autores la principal diferencia radica en establecer o no a priori una forma funcional para la función de producción.

**Métodos Paramétricos.** Su principal característica es el establecimiento de una función de producción. Estos métodos tienen la ventaja de que se puede realizar inferencia estadística sobre los resultados obtenidos. Sin embargo, tienen el inconveniente de que la forma funcional establecida es impuesta a los datos, es decir, de manera arbitraria por el investigador. Dentro de los métodos de

---

<sup>6</sup> Este tipo de índice se calcula cuando una DMU produce un único output a partir de dos o más inputs, en este caso se calcula la ratio a partir de un input elegido respecto del output, obteniéndose así el índice parcial de productividad. El problema con estos índices es la dificultad de obtener una medida global de actuación, una posible solución es agregar todos los inputs y outputs a través del uso de sus respectivos precios (pesos) como elemento aglutinador o globalizador. Sin embargo, esta solución no es del todo satisfactoria, debido a una posible mala combinación de los precios de los factores.

<sup>7</sup> El concepto de frontera es más general que el concepto de función de producción, que ha sido considerado como fundamental en economía, debido a que el concepto de frontera admite la posibilidad de múltiples funciones de producción, una para cada DMU, con los límites de la frontera que consisten en soportes que son tangenciales a los miembros más eficientes del conjunto de dichas fronteras (Cooper, Seiford, & Zhu, 2004).

<sup>8</sup> Se puede definir una función de producción como la relación tecnológica que hay entre los insumos utilizados y los bienes producidos con dichos insumos; y una frontera de producción como el máximo producto que se puede tener con determinada cantidad de insumos.

frontera paramétricos se encuentran: fronteras paramétricas determinísticas, fronteras estadísticas determinísticas y fronteras estocásticas (Navarro, 2005).

La estimación de fronteras paramétricas puede llevarse a cabo a través de tres aproximaciones: La estocástica o Stochastic Frontier Approach (SFA), que es a su vez la más utilizada; la aproximación de libre distribución o Distribution-Free Approach (DFA), y la aproximación de frontera gruesa o Thick Frontier Approach (TFA).

*Métodos No Paramétricos.* Las *fronteras no paramétricas determinísticas*, no requieren la especificación de una forma funcional para la frontera, por ello se le conoce como no paramétrico, tampoco requiere la existencia de un término de perturbación, y por lo tanto, es conocido como determinístico en tanto no está permitido corrimiento alguno de la frontera, lo cual proporciona gran flexibilidad operativa. Sin embargo, la principal desventaja es que la frontera es soportada por un subconjunto de observaciones llamadas eficientes<sup>9</sup>, y por tanto, es muy sensible a unidades que no siguen el comportamiento general de las demás (*Outliers*). Otro problema que se presenta es que es determinística, puesto que cualquier unidad que se aparte de la frontera es considerada ineficiente, (Navarro, 2005).

Finalmente, según Giménez (2001), la principal técnica para estimar los métodos de fronteras no paramétrica es el análisis envolvente de datos (DEA), no obstante también existe el Free Disposable Hull Analysis (FDH), el cual es considerado como una variante del anterior.

## **II.2 DEA: Un Modelo de Frontera**

El origen del Análisis de la Envolvente de Datos (DEA<sup>10</sup>) es el trabajo seminal de Farrell de 1957, donde realiza una primera aproximación sobre el concepto y medición de eficiencia. La utilidad de dicho trabajo es que ha servido como referencia para investigaciones futuras (Forsund & Sarafoglou, 2000). El DEA fue desarrollado originalmente por Charnes, Cooper y Rhodes (CCR) en 1978, bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala (CRS). Posteriormente bajo el

---

<sup>9</sup> Cabe recordar que en este tipo de medición se considera que al menos existe una unidad eficiente, y por ello se dice que se lleva a cabo una medición relativa de la eficiencia.

<sup>10</sup> El nombre análisis envolvente de datos, proviene de la propiedad de establecer una frontera con la observación más eficiente, la cual envuelve a los demás puntos. Dependiendo del enfoque Input-Orientación u Output-Orientación, se establece la frontera con la mejor o mejores unidades y las demás observaciones pueden estar por arriba o debajo de la frontera pero nunca por arriba y abajo a la vez (esto dependerá de la orientación del modelo). Esta es una gran diferencia con el método paramétrico de regresión, donde se establece la línea de regresión, que es un promedio del comportamiento de las observaciones.

supuesto de rendimientos variables de escala (VRS), Banker, Charnes y Cooper (BCC) en 1984 extendieron el modelo (Chansarn, 2008).

De acuerdo con Cooper *et al.* (2007), cuando se tienen solo un input y un output, la medida más común de eficiencia<sup>11</sup> es: Eficiencia = Output/Input. Sin embargo, en la realidad cuando las organizaciones o unidades son evaluadas, generalmente presentan más de un input y más de un output, por lo que la medida de la eficiencia queda expresada como: Eficiencia =  $\Sigma$  ponderada output /  $\Sigma$  ponderada de input.

No obstante, pasar de una medida parcial de la productividad a una medida de productividad total, no es tan sencillo. Debido a la dificultad que implica seleccionar de manera correcta los inputs y outputs que deben ser considerados, así como los pesos que utilizarán cada uno de ellos.

Como se observa, la eficiencia (parcial o total) surge del cociente de outputs e inputs, sin embargo, esta medida no tendría sentido sí solo se tuviera una unidad objeto de análisis (DMU), ya que cualquier resultado del cociente podría justificarse. Por tanto, la medida de eficiencia, toma sentido siempre y cuando existan al menos dos unidades de análisis<sup>12</sup>, y así realizar la comparación respectiva, donde alguna o algunas si es el caso, mostrarán mejores resultados con los mismos o menos inputs. Por tanto, el DEA es una técnica de programación lineal no paramétrica, que mide la eficiencia relativa, más que la eficiencia absoluta, tal que juzga el funcionamiento de otros respecto de la muestra, y no contra una medida absoluta de la eficiencia teóricamente construida (Milliken, Devlin, Barham, Hogg, Dahrouge, & Russell, 2008).

*Orientación del Modelo: Input-Orientado y Output-Orientado.* La técnica DEA cuenta con dos orientaciones principales<sup>13</sup>: Input-Orientado y Output-Orientado. Según Cooper *et al.* (2007), tanto el modelo DEA-CCR como el DEA-BCC, pueden calcular medidas de eficiencia tanto a través de la orientación input como a partir de la orientación output.

---

<sup>11</sup> Al igual que la medida usual de productividad, que suele ser denominada como medida parcial de la productividad. Lo anterior se distingue del término medida de la productividad total de los factores, el cual trata de obtener un valor del ratio output/input, tomando en cuenta todos los outputs y todos los inputs.

<sup>12</sup> Por esta razón la medida de eficiencia se conoce como eficiencia relativa más no absoluta.

<sup>13</sup> Existe una tercera orientación más, la cual surge a partir de la combinación de input-orientado y output-orientado y es representada por los modelos Aditivo y SBM (Slacks-Based Measure) que trata con el exceso de inputs y déficit de outputs simultáneamente de una manera que conjuntamente optimiza a ambos. Generalmente a esta orientación se le conoce como no orientada.

*Modelos DEA-CCR*. La especificación original de los programas de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) desarrolla una frontera con rendimientos constantes a escala (CRS<sup>14</sup>), una segunda especificación hecha por Bankers, Charnes y Cooper (1984) desarrolla una frontera con rendimientos variables a escala (VRS<sup>15</sup>), (García & González, 2006). De acuerdo con Cooper *et al.* (2007), este modelo tiene dos orientaciones o versiones principales:

1. Modelo Input orientado. Esta versión del CCR intenta minimizar los inputs mientras satisface al menos el nivel de outputs dado.
2. Modelo Output orientado. Este otro tipo de modelo, trata de maximizar los outputs sin requerir más de algún valor de los inputs observados.

En términos generales, el modelo DEA-CCR, puede escribirse de tres maneras distintas: fraccional (cociente), multiplicativa y envolvente (Para profundizar sobre estos temas ver Coll & Blasco, 2006).

*Modelos DEA- BCC*<sup>16</sup>. Después de la aparición del modelo DEA-CCR, varias extensiones del mismo han sido propuestas, sin embargo, la más representativa es el modelo presentado por Bankers, Charnes y Cooper, conocido como DEA-BCC ó DEA-VRS. Dicho modelo parte de los fundamentos del DEA-CCR (Coll & Blasco, 2006). Al igual que el modelo anterior, éste tiene dos orientaciones (Guio & Monroy, 2003):

1. Input orientado. “Este modelo buscará la eficiencia de las DMUs únicamente por medio de la minimización de inputs.
2. Output orientado. “Este modelo busca la eficiencia de las DMUs únicamente por medio de la maximización de los outputs.

Por otra parte, Cooper *et al.* (2007), señala que existen dos tipos de medidas en DEA: radial y no radial, lo cual implica diferencias en la caracterización de los inputs y outputs. Dentro del total de variables, pueden existir inputs y outputs radiales (sujetos de cambios proporcionales) e inputs y

---

<sup>14</sup> Este modelo también es conocido como CCR por las iniciales de los apellidos de sus autores Charnes, Cooper Y Rhodes.

<sup>15</sup> Este modelo también es conocido como BCC por las iniciales de los apellidos de sus autores Bankers, Charnes y Cooper.

<sup>16</sup> De acuerdo con Cooper *et al.* (2007), además del CCR Y BCC, existen otros modelo alternativos tales como: Modelo Aditivo, Modelo SBM(Slacks-Based Measure of Efficiency), Modelos Híbridos, Modelo FDH (Free Disposal Hull) y el Modelo multiplicativo.

outputs no radiales(sujetos de cambios no proporcionales). Dichas diferencias deberían reflejarse en la evaluación de la eficiencia.

### II.3 Análisis Dinámico de la Eficiencia

A diferencia del análisis estático, el análisis dinámico permite conocer la evolución de cada una de las DMUs en diferentes periodos de tiempo y además la posición que guardan respecto de la frontera, considerando, que la frontera es también sujeto de cambio (desplazamiento). Según Cooper (2007), son dos las principales técnicas para el análisis dinámico a través del DEA: el Window Analysis<sup>17</sup> y el índice de productividad de Malmquist<sup>18</sup>.

**Índice Malmquist.** El concepto del índice Malmquist fue introducido por Sten Malmquist en 1953, desde entonces y hasta la fecha, ha sido estudiado y desarrollado por varios autores. El índice Malmquist de cambio en la productividad fue definido por Caves, Christensen y Diewert (1982) y ampliado por Färe *et al.* (1992), mediante la fusión de la medida de la eficiencia de Farrell's (1957)<sup>19</sup> (Hadad, Hall, Kenjegalieva, Santoso, Satria, & Simper, 2008).

El índice de Malmquist representa el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) de una unidad de toma de decisiones (DMU) en donde se refleja por un lado, el progreso o retroceso en la eficiencia y por el otro, el progreso o retroceso de la frontera tecnológica entre dos periodos de tiempo bajo el marco de múltiples entradas y salidas. En este sentido, el índice Malmquist es definido como el producto de los términos “Catch up” y “Frontier-shift”. El término Catch up (o recuperación) se refiere al grado en el que una DMU mejora o empeora su eficiencia, mientras que el término Frontier-shift (o innovación) refleja el cambio en las fronteras eficientes entre dos periodos de tiempo (Cooper *et al.*, 2007).

**El efecto catch up.** Este efecto del periodo 1 al 2 es medido por medio de:

---

<sup>17</sup> El nombre y el concepto básico se deben a G. Klopp (1985) quien desarrolló estas técnicas en su calidad de jefe de estadísticas del comando de reclutamiento del ejército de Estados Unidos de América. Posteriormente este trabajo fue incorporado en su tesis doctoral: G. Klopp (1985), “El análisis de la eficiencia del sistema de producción con múltiples inputs y múltiples outputs”, en la universidad de Illinois en Chicago.

<sup>18</sup> Publicado por S. Malmquist (1953), en un trabajo denominado “Números índices y superficies de indiferencia”.

<sup>19</sup> De acuerdo con Cooper *et al.* (2007), además de los anteriores, existen otros trabajos que han abordado y contribuido en este tema, tales como Färe *et al.* (1989, 1994), Färe *et al.* (1998b) y Trall (2000).



$$\text{Catch up} = \frac{\text{Eficiencia de } (x_0, y_0)^2 \text{ con respecto al periodo de la frontera 2}}{\text{Eficiencia de } (x_0, y_0)^1 \text{ con respecto al periodo de la frontera 1}} \quad (1)$$

Donde: Catch up > 1 significa progreso en la eficiencia relativa del periodo 2 respecto del periodo 1, mientras que cuando Catch up = 1 la eficiencia permanece sin cambios y Catch up < 1 indica retroceso en el nivel de eficiencia.

**El efecto frontier shift.** Para medir plenamente los cambios en la productividad se debe tomar en cuenta el efecto frontier shift (innovación). Donde: Frontier shift > 1 significa progreso en la frontera tecnológica alrededor del DMU del periodo 2 respecto al periodo 1, mientras que Frontier shift = 1 significa que la frontera tecnológica permanece constante y Frontier shift < 1 indica retroceso en la frontera tecnológica.

**El índice Malmquist (MI)**, es medido como el producto del efecto Catch up y efecto Frontier shift.

$$MI = (\text{Catch up}) \times (\text{Frontier shift})$$

De donde se obtiene la fórmula siguiente para la medición del Índice Malmquist:

$$MI = [(\partial^1((x_0, y_0)^2)) / (\partial^1((x_0, y_0)^1)) \times (\partial^2((x_0, y_0)^2)) / (\partial^2((x_0, y_0)^1))]^{1/2}$$

Como puede verse en esta fórmula, MI consta de cuatro términos:

$$\partial^1((x_0, y_0)^1), \partial^2((x_0, y_0)^2), \partial^1((x_0, y_0)^2) \text{ y } \partial^2((x_0, y_0)^1).$$

Los primeros dos están relacionados con las medidas en el mismo periodo de tiempo con t=1 ó t=2, mientras que las últimas dos son para una comparación intertemporal. MI > 1 indica progreso en la productividad total de los factores de la DMU del periodo 2 con respecto al 1, mientras que MI= 1 y MI<1 indican status quo y el deterioro en la productividad total de los factores, respectivamente.

### III. Eficiencia y Cambio Tecnológico en la Banca Comercial

Existe una gran cantidad de estudios dedicados al análisis estático de la eficiencia bancaria, principalmente a través de la técnica DEA. Por otra parte, aunque en una menor medida, existen estudios dedicados al análisis dinámico de la eficiencia y el cambio tecnológico de las entidades bancarias, el método más utilizado es el conocido como índice Malmquist.

#### III.1 Estudios Previos: Métodos de Frontera No Paramétricos Dinámicos

Existen varios trabajos en entidades bancarias que utilizan el índice Malmquist, uno de ellos se realizó con la finalidad de medir el cambio de eficiencia, el crecimiento de la productividad y el

cambio tecnológico para 13 bancos comerciales de EE.UU en el periodo 2001-2003, la elección de inputs y outputs se realizó a partir de los datos disponibles (Viet, 2007) En el mismo sentido, Aguirre *et al.* (2007) realizaron un análisis comparativo de la eficiencia técnica de todos los bancos de Chile y Alemania, la elección de inputs y outputs se realizó a partir del enfoque de intermediación. Bajo el enfoque de valor añadido (elección de inputs y outputs) existe otro estudio, donde se analiza la eficiencia y cambio productivo de los bancos y cajas de ahorro españoles para el periodo 1986-1992 (Pastor, 1995). Por otra parte, tomando como objeto de análisis las cajas de ahorro españolas se analizó la eficiencia productiva y el cambio en la productividad total de los factores (PTF) después de la desregulación, tomando como base el enfoque de valor añadido para la elección de inputs y outputs (Grifell & Lovell, 1996). En otro estudio, Gúzman y Reverte (2008), tomando como muestra los bancos españoles que cotizan en la bolsa de Madrid, tratan de verificar si los bancos caracterizados por altos niveles de eficiencia y variación en la productividad tienen un alto valor para los accionistas, el enfoque de intermediación sirvió para elegir los inputs y outputs del modelo. Wheelock y Wilson (2007), examinaron los cambios en la eficiencia y productividad de los bancos comerciales de EE.UU. para el periodo 1985-2004, la elección de los inputs y outputs fue a través del enfoque de intermediación. Por último, en otro estudio, se plantea como objetivo explorar el crecimiento de la productividad y la eficiencia productiva de las cajas de ahorro de España, la elección de inputs y outputs la realiza a partir de una combinación del enfoque de intermediación y de valor añadido (Tortosa, Grifell, Armero, & Conesa, 2004).

#### **IV. Estudio Empírico: Eficiencia y Cambio Tecnológico de la Banca Comercial en México, 2001-2009**

##### **IV.1 Antecedentes. Contexto General de la Banca en México**

En la actualidad, los sistemas financieros son una parte fundamental para el desarrollo económico de los países, por lo tanto, deben ser seguros, eficientes y transparentes. En este sentido, para que los sistemas financieros tengan un funcionamiento adecuado, es necesario contar con una normatividad de acuerdo a las necesidades del país y del sistema financiero mismo, de tal forma que incentive y permita su desarrollo. En México, el encargado de ayudar a que el sistema financiero se desarrolle sanamente es el Banco de México (banco central). Según el Banco de México (2010), “el sistema financiero es un conjunto de instituciones como bancos, sociedades de inversión, aseguradoras, sofoles (Sociedades Financieras de Objeto Limitado), casas de bolsa y otras más.” El objetivo de estas instituciones es facilitar el acceso a personas y empresas a los sistemas de pagos (cheques, tarjetas de crédito y débito, transferencias electrónicas, etc.).

A pesar de pretender estabilidad en el sistema financiero, a lo largo de la historia, la banca comercial de México ha sufrido un sin número de acontecimientos, a principios de la década de los ochentas sufrió la crisis de la economía mexicana. Periodo en el cual se llevo a cabo también la nacionalización de la banca<sup>20</sup>. Después de la nacionalización de la banca, inicio un proceso de reestructuración a través de la fusión y extinción de distintas instituciones bancarias, esto respaldado a partir de los principales cambios legales y reformas que sufrió el sistema en la década de los noventas. De acuerdo con Rodríguez y Venegas (2010), en 1990 se modificó la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para permitir que el sector privado pudiera otorgar el servicio de banca y crédito. Además de establecerse que la participación extranjera en la banca no podía ser mayor del 30% del capital. A partir de la privatización bancaria surgió un insostenible crecimiento del crédito, que contribuyo a la crisis financiera de 1994-1995<sup>21</sup> (Pineda, 2007). Además de las reformas ya señaladas, el sistema financiero mexicano, previo a la crisis de 1994, sufrió cambios referentes al encaje legal y a la autonomía del banco de México. De acuerdo con Torre (2006), la reforma constitucional incluía la plena autonomía del Banco de México para procurar su objetivo prioritario de procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional. Según Rodríguez y Venegas (2010), en agosto de 1993, se otorgo autonomía al banco de México. De acuerdo con los autores, “como consecuencia de esta crisis(1994) y como se preveía con el Tratado de Libre Comercio (TLC), entre 1995 y 1998 se origina la apertura del sector a la propiedad extranjera”. A pesar de que al principio, la banca extranjera tuvo una participación muy restringida, luego de dos etapas de expansión de la banca extranjera en México, a finales de 2003 la participación extranjera era mayor a 82.3 %.

Hoy en día, la banca comercial de México también conocida como banca múltiple, se integra por instituciones de banca independientes y de instituciones que pertenecen a un grupo controlador<sup>22</sup>. Se le denomina banca múltiple por que a diferencia del modelo de banca especializada que funcionó en décadas pasadas, ahora cada banco puede realizar una gran variedad de negocios, lo cual les permite aprovechar de mejor forma sus recursos. La banca múltiple continúa siendo el intermediario financiero más importante del sistema financiero mexicano. En abril de 2009, las instituciones de

---

<sup>20</sup> La banca se nacionalizó a través del decreto del 1 de diciembre de 1982.

<sup>21</sup> La crisis financiera que inicio en diciembre de 1994, fue una de las crisis más importantes de las últimas décadas, que no solo afectó al propio sistema financiero, sino que tuvo consecuencias negativas para el resto de la economía mexicana.

<sup>22</sup> Mediante una empresa controladora una entidad financiera puede poseer no sólo un banco sino también una casa de bolsa y un cumulo de empresas financieras adicionales.

banca múltiple autorizadas para operar administraban el 57% del total de los activos del sector financiero (Banxico, 2010). De acuerdo con Bankscope (2010), el total de bancos en México es de 141, de los cuales 89 corresponden a Bancos Comerciales y de estos 33 están dentro de la categoría de grandes bancos comerciales.

**IV.2 Selección del modelo, población y muestra.** El DEA mide la eficiencia de las DMUs en un periodo de tiempo determinado. Sin embargo, como el objetivo de la presente investigación es realizar un estudio dinámico, se utilizó el índice Malmquist<sup>23</sup>, bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala. El modelo se orientó hacia el input, debido básicamente a dos razones; la primera es que de acuerdo a la literatura revisada, generalmente los estudios bancarios se orientan al input, ya que los bancos normalmente buscan ser más eficientes minimizando sus insumos, y la segunda, es debido a que se realizó la normalización de datos en el output 3<sup>24</sup>. Para llevar a cabo el cálculo del índice Malmquist se utilizó el programa EMS (Efficiency Measurement System) que mide tanto la eficiencia técnica como los cambios en la frontera a través del tiempo.

Para el presente trabajo el universo de estudio comprende todos los bancos comerciales de México y la muestra consta de todos los grandes bancos comerciales de dicho país. Los datos se obtuvieron de Bankscope<sup>25</sup>, de donde bajo los criterios antes mencionados se obtuvo: 23 grandes bancos comerciales. En este sentido, cada banco constituye una unidad de análisis (DMU). Se analizaron 11 DMUs debido a que ese fue el número de bancos que proporcionó información completa de los inputs y outputs seleccionados para el periodo 2001-2009.

**IV.3 Selección de Inputs y Outputs.** Existen dos<sup>26</sup> enfoques principales para seleccionar los inputs y outputs (Fadzlan, Majid, Zulkhibri, & Razali, 2007; Mahesh & Rajeev, 2008; Mostafa, 2007; Mukherjeel, Nath, & Pal, 2003; Ray, 2007; Sanjeev, 2006): *el enfoque de producción y el intermediación*. En el enfoque de producción, los bancos actúan como abastecedores de servicios para sus titulares de cuenta. En el enfoque de intermediación, los bancos son vistos como intermediarios financieros que movilizan fondos de depositantes y que los prestan a prestatarios (Ray, 2007).

---

<sup>23</sup> El Índice Malmquist se calcula bajo la base del DEA.

<sup>24</sup> La normalización de datos del output 3 consistió en transformar los datos negativos en datos no negativos.

<sup>25</sup> Bankscope es una completa fuente de información bancaria mundial, que contiene información tanto de bancos privados como públicos.

<sup>26</sup> Existe una tercera opción denominado enfoque de valor añadido, utilizado en otros trabajos.

Para la presente investigación, bajo el supuesto de que la función primordial de los bancos es la intermediación financiera, la selección de las variables se realizó bajo el enfoque de intermediación. Los inputs y outputs quedaron conformados de la siguiente manera:

#### Inputs

1. Depósitos
2. Gastos totales en intereses o gastos financieros totales
3. Otros gastos de Explotación

#### Outputs

1. Préstamos
2. Intereses brutos e ingresos por dividendos (ingresos por intereses de los préstamos + otros ingresos por intereses)
3. Comisiones netas

**Sistematización de los datos.** Todas las cifras se encuentran en miles de pesos mexicanos (dado que es la misma fuente para todos los datos) por lo que no fue necesario realizar ningún ajuste al respecto. Sin embargo, las cifras del output 3 (comisiones netas) arrojó algunos datos negativos, por lo que fue necesario convertirlos a datos no negativos, ya que el modelo utilizado requiere datos no negativos para el desarrollo adecuado del mismo ( evitar resultados distorsionados).

**IV.4 Análisis de la Productividad Total de los Factores (PTF).** Se presentan los resultados de la eficiencia técnica, el cambio tecnológico y la PTF de la banca comercial de México de los 11 bancos objeto de estudio:

<b>DMUs</b>	<b>Grandes Bancos Comerciales de México</b>
DMU 1	Banca Mifel, SA de CV
DMU 2	Banco del Bajío
DMU 3	Banco Inbursa SA
DMU 4	Banco Interacciones, SA de CV
DMU 5	Banco Mercantil del Norte S.A. – BANORTE
DMU 6	Banco Nacional de Mexico, SA – BANAMEX
DMU 7	Banco Santander (Mexico) SA
DMU 8	BBVA Bancomer S.A.
DMU 9	HSBC Mexico, SA
DMU 10	ING Bank (Mexico)
DMU 11	Scotiabank Inverlat SA
Fuente: Elaboración propia con base en Bankscope.	

Se obtuvo el índice Malmquist para cada DMU de los periodos, 2002 respecto de 2001, 2003 respecto de 2002, 2004 respecto de 2003, 2005 respecto de 2004, 2006 respecto de 2005, 2007 respecto de 2006, 2008 respecto de 2007 y 2009 respecto de 2008. También se calcularon los valores de Catch up (eficiencia) y Frontier shift (cambio tecnológico) para los periodos antes mencionados. Se obtuvieron los siguientes resultados:

#### IV.4.1 *Catch Up* (Eficiencia).

En general, podemos señalar que en la mayoría de los periodos las diferentes DMUs han mejorado o han mantenido constante su nivel de eficiencia respecto del año anterior, ya que el valor en la mayoría de los casos es mayor o igual a la unidad, respectivamente. Destacan Banco Inbursa y ING bank debido a que su nivel de eficiencia se mantuvo constante en todos los periodos (valor igual a la unidad), en el mismo sentido, Banamex se mantuvo constante durante toda la serie de tiempo, excepto en el último periodo donde sufrió una ligera caída en su nivel de eficiencia (valor inferior a la unidad). Por su parte HSBC, durante el periodo no sufrió retroceso en su nivel de eficiencia, al contrario en el primer periodo mejoró su nivel de eficiencia y en los siguientes se mantuvo constante. En conclusión, podemos señalar que en general la banca comercial de México ha tenido un comportamiento aceptable en cuanto a los niveles de eficiencia en el periodo 2001-2009.

<b>Catch Up Banca Comercial de México 2001-2009</b>									
Banco \ Periodo	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	
Banca Mifel, SA de CV	1.00	1.00	1.00	0.80	0.91	0.95	1.21	0.76	
Banco del Bajío	0.92	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Banco Inbursa SA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Banco Interacciones, SA de CV	1.04	1.06	1.05	0.93	0.96	1.19	0.81	0.89	
Banco Mercantil del Norte S.A. – BANORTE	1.11	1.01	0.95	1.02	0.90	1.01	1.00	0.98	
Banco Nacional de Mexico, SA – BANAMEX	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	
Banco Santander (Mexico) SA	1.27	1.00	0.88	0.99	1.02	1.08	0.99	1.05	
BBVA Bancomer S.A.	0.97	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
HSBC Mexico, SA	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ING Bank (Mexico)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Scotiabank Inverlat SA	0.96	1.12	1.03	0.98	0.90	1.01	1.05	1.08	
Fuente: Elaboración propia									

#### IV.4.2 Frontier Shift (Cambio Tecnológico)

Con respecto al cambio tecnológico, podemos observar que en casi todos los casos la frontera tecnológica de las DMUs ha progresado o se ha mantenido constante (debido a que la mayoría de los casos el valor es superior o igual a la unidad, respectivamente). Destaca nuevamente banco Inbursa, porque su frontera tecnológica se mantuvo constante (valor igual a la unidad). Por su parte Banamex en ningún periodo tuvo retroceso en su frontera tecnológica, en algunos periodos muestra progreso y en algunos otros se mantuvo constante. Todas las demás unidades de análisis han presentado retroceso en su frontera tecnológica cuando menos en uno de los periodos analizados.

Frontier Shift Banca Comercial de México 2001-2009									
Banco \ Periodo	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	
Banca Mifel, SA de CV	0.98	0.97	1.00	1.10	1.11	1.06	0.83	1.26	
Banco del Bajío	1.05	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	
Banco Inbursa SA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Banco Interacciones, SA de CV	1.14	0.94	1.04	1.08	1.14	1.01	1.10	1.13	
Banco Mercantil del Norte S.A. – BANORTE	0.97	1.01	1.04	1.05	1.14	1.06	0.98	1.06	
Banco Nacional de Mexico, SA – BANAMEX	1.00	1.00	1.03	1.00	1.00	1.03	1.00	1.01	
Banco Santander (Mexico) SA	0.92	1.04	1.00	0.99	1.10	1.01	1.03	1.02	
BBVA Bancomer S.A.	1.06	0.98	1.01	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	
HSBC Mexico, SA	0.97	1.00	1.00	1.00	1.05	1.01	1.00	1.00	
ING Bank (Mexico)	1.00	0.95	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	
Scotiabank Inverlat SA	1.15	0.91	1.00	1.01	1.17	1.04	0.96	1.05	
Fuente: Elaboración propia									

#### IV.4.3 Índice Malmquist (Productividad Total de los Factores)

Debido a que la productividad total de los factores se calcula a partir del producto de la eficiencia técnica y del cambio tecnológico, el índice Malmquist resultante se asemeja a los valores obtenidos en dichos factores. En este sentido, con respecto a la productividad total de los factores, podemos destacar que Bancomer y HSBC, no tuvieron retroceso en la PTF, muestran valores crecientes o estables (mayores o igual a la unidad). Inbursa nuevamente no presenta cambios en la PTF, manteniéndose la unidad en el valor del índice Malmquist. Existen otros bancos tales como Del Bajío, Interacciones, Banamex, ING y Scotiabank Inverlat, que solo en un periodo tuvieron un ligero retroceso en la PTF, ya que en el resto de periodos se mantuvieron constantes o tuvieron progreso en la productividad total de los factores.

Productividad Total de los Factores. Índice Malmquist 2001-2009									
Banco \ Periodo	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	
Banca Mifel, SA de CV	0.98	0.97	1.00	0.88	1.01	1.00	1.00	0.95	
Banco del Bajío	0.96	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	
Banco Inbursa SA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Banco Interacciones, SA de CV	1.19	1.00	1.09	1.01	1.10	1.19	0.89	1.00	
Banco Mercantil del Norte S.A. – BANORTE	1.07	1.02	0.99	1.07	1.03	1.07	0.97	1.04	
Banco Nacional de Mexico, SA – BANAMEX	1.00	1.00	1.03	1.00	1.00	1.03	1.00	0.99	
Banco Santander (Mexico) SA	1.17	1.04	0.88	0.98	1.11	1.10	1.01	1.07	
BBVA Bancomer S.A.	1.03	1.05	1.01	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	
HSBC Mexico, SA	1.04	1.00	1.00	1.00	1.05	1.01	1.00	1.00	
ING Bank (Mexico)	1.00	0.95	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	
Scotiabank Inverlat SA	1.11	1.02	1.03	0.99	1.04	1.05	1.01	1.13	
Fuente: Elaboración propia									

## V. Conclusiones

El análisis envolvente de datos (DEA), es una técnica de programación lineal no paramétrica que permite medir los niveles de eficiencia relativa de unidades de análisis (DMUs). Entre sus ventajas se encuentra que no requiere la especificación de una forma funcional para la frontera de producción. Sin embargo, el análisis de la eficiencia a través de los modelos DEA no permite conocer la evolución a través del tiempo, por lo que, para la presente investigación se utilizó el índice Malmquist, para llevar a cabo un análisis dinámico de los niveles de eficiencia y del cambio tecnológico de la banca comercial de México para el periodo 2001-2009.

El índice de Malmquist representa el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) de una unidad de toma de decisiones (DMU) en donde se refleja por un lado, el progreso o retroceso en la eficiencia y por el otro, el progreso o retroceso de la frontera tecnológica entre dos periodos de tiempo bajo el marco de múltiples entradas y salidas. La importancia de introducir la medición del cambio tecnológico en la presente investigación radica en que se busca realizar un análisis a través del tiempo. Es decir, se busca medir el nivel de eficiencia de las unidades analizadas pero a la vez medir si existe progreso o retroceso en la frontera tecnológica. Ya que con el análisis estático, se puede medir la eficiencia de las unidades analizadas en dos periodos de tiempo, sin embargo, no podíamos determinar con exactitud si las mejoras de las unidades ineficientes (del primer periodo) se debía a que en el segundo periodo habían realmente mejorado o que la frontera había retrocedido.



En los últimos años, la banca comercial de México ha sufrido un sin número de acontecimientos que han marcado el camino a través del cual transita hoy en día. De acuerdo al análisis de la productividad total de los factores (eficiencia técnica y cambio tecnológico) de la banca en México en el periodo de 2001-2009, se puede concluir que los 11 principales grandes bancos comerciales han mantenido una eficiencia técnica creciente a través de los años. Por otra parte, casi todos esos bancos muestran progreso o estabilidad en la frontera tecnológica, lo cual indica que el cambio tecnológico para la banca comercial mexicana ha sido favorable. De forma general, podemos concluir que la productividad total de los factores de la mayoría de los bancos ha tenido un crecimiento y en algunos otros se ha mantenido constante en el periodo señalado. También, cabe señalar que a pesar que algunos periodos hubo retroceso en la PTF, su impacto sobre la tendencia general es poco significativa. Dentro de estos bancos destacan Bancomer, HSBC, Inbursa, ING bank, Banamex, Del Bajío, Interacciones y Scotiabank Inverlat.

Finalmente, podemos señalar que en general la banca comercial de México ha tenido un comportamiento aceptable en cuanto a los niveles de eficiencia técnica, cambio tecnológico y por lo tanto en la productividad total de los factores en el periodo 2001-2009.

## Referencias

- ABM. (2010). *Asociación de Bancos de México*. Recuperado el 8 de Marzo de 2010, de Asociación de Bancos de México: [http://www.abm.org.mx/banca\\_mexico/funcion.htm](http://www.abm.org.mx/banca_mexico/funcion.htm)
- Aguirre, M., Herrera, R., & Bravo, G. (2004). Una frontera de producción para la banca chilena. *Panorama socioeconómico* , 2.
- Arzubi, A., & J., B. (2002). Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* , 103-123.
- Bankscope*. (2010). Recuperado el 05 de Julio de 2010, de Bankscope: <https://bankscope.bvdep.com/version-201016/cgi/template.dll>
- Banxico. (2010). *Banco de México*. Recuperado el 05 de Julio de 2010, de Banco de México: <http://www.banxico.com.mx/>
- Calderón, R. (2007). Metodología de evaluación de desempeño de instituciones financieras para el desarrollo. *ALIDE(Asociación Latinoamericana de instituciones financieras para el desarrollo)*. México.
- Chansarn, S. (2008). The relative efficiency of commercial banks in Thailand: DEA Approach. *International Research Journal of Finance and Economics* , 53-68.

- Coll, V., & Blasco, O. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el Análisis Envolvente de Datos. Introducción a los modelos básicos*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Cooper, W., Seiford, L., & Kaoru, T. (2004). Data envelopment analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver software. En *Handbook on Data Envelopment Analysis* (págs. 1-39). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W., Seiford, L., & Kaoru, T. (2007). *Data envelopment analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver software*. New York: Springer.
- Fadzlan, S., Majid, A., Zulkhibri, M., & Razali, H. (2007). Efficiency and Bank Merger in Singapore: A Joint Estimation of Non-Parametric, Parametric and Financial Ratios Analysis. *Munich Personal RePEc Archive* , 1-33.
- Forsund, F., & Sarafoglou, N. (2000). On the origins of Data Envelopment Analysis. *University of Oslo and The Frisch Centre for Economic Research* , 1-33.
- García, V., & González, E. (2006). VEA versus DEA. Mejorando la capacidad discriminante en la evaluación de la Eficiencia de centros de salud en Asturias. *Universidad de Oviedo* , 1-16.
- Giménez, V. (2001). La medida de la eficiencia operativa de unidades de negocio mediante los modelos DEA. Una aplicación al sector de la restauración moderna. *Universidad Autónoma de Barcelona* , 1-25.
- Grifell, E., & Lovell, C. (1996). Deregulation and Productivity decline: The case of Spanish saving banks. *European Economic Review* 40 , 1281-1303.
- Guio, O. F., & Monroy, I. M. (2003). Medición de la eficiencia relativa de agentes generadores de energía eléctrica en Colombia (año 2001). *Tesis de licenciatura* . Pontificia Universidad Javeriana.
- Gúzman, I., & Reverte, C. (2008). Productivity and Efficiency Change and shareholder value: evidence from the Spanish Banking Sector. *Applied economics, Faculty of business Science, Department of accounting and Finance, Technical University of Cartagena* , 2033-2040.
- Hadad, M. D., Hall, M. J., Kenjegalieva, K., Santoso, W., Satria, R., & Simper, R. (2008). Efficiency and Malmquist Indices of Productivity Change in Indonesian Banks. *Loughborough University* , 1-28.
- Ibarra, V. I. (2003). La banca comercial en México: entre los negocios y la supervivencia. *Análisis Económico* , 113-140.
- Mahesh, H., & Rajeev, M. (2008). Producing Financial Services: An efficiency Analysis of Indian commercial banks. *Journal of Services Research, Volume 8. Number 2. Institute for International of Management and Technology* , 7-29.
- Milliken, O., Devlin, R. A., Barham, V., Hogg, W., Dahrouge, S., & Russell, G. (2008). Comparative Efficiency Assessment of Primacy Care Models Using Data Envelopment Analysis. *Department of Economics, U Ottawa* , 1-28.

- Mostafa, M. (2007). Benchmarking top Arab banks' efficiency through efficient frontier analysis. *Industrial Management & Data Systems Vol. 107 No. 6, Emerald Group Publishing Limited* , 802-823.
- Mukherjeel, A., Nath, P., & Pal, M. (2003). Resource, Service Quality and Performance Traid: A Framework for Measuring Efficiency of Banking Services. *The journal of the Operational Research Society* , 723-735.
- Navarro, J. (2005). *La eficiencia del sector eléctrico en México*. Morelia: UMSNH e IPN.
- Pastor, J. M. (1995). Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: Un análisis frontera no paramétrico. *Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas* , 1-52.
- Pineda, P. (2007). La globalización en el sector bancario mexicano. *Economía Informa* , 70-92.
- Ray, S. (2007). Are some Indian banks too large? An examination of size efficiency in Indian banking. *Springer Science+Business Media* , 41-56.
- Rodriguez, A., & Vengas, F. (2010). Indicadores de rentabilidad y eficiencia operativa de la banca comercial en México. *Revista Latinoamericana de economía: Problemas del desarrollo* , 165-191.
- Sanjeev, G. M. (2006). Does banks' size matter in India? *Journal of Services Research* , 135-144.
- Solorza, M. L. (2008). Nueva banca en México, incorporación de sectores populares al financiamiento. *Economía Informa, UNAM* , 108-120.
- Torre, L. (2006). El sistema bancario en México: a una década de la crisis. *Ensayos, XXV(1)* , 61-94.
- Tortosa, E., Grifell, E., Armero, C., & Conesa, D. (2004). Sensitivity analysis of efficiency and Malmquist productivity indices: An application to Spanish saving banks. *Centre for Applied Economic Research* , 1-35.
- Viet, N. (2007). Measuring efficiency of Vietnamese Commercial Banks: An Application of Data Envelopment Analysis. *Faculty of economics (NEU) and Vietnam Development Forum* , 60-70.
- Wheelock, D., & Wilson, P. (2007). Robust non parametric Quantile Estimation of Efficiency and Productivity Change in U.S. commercial banking, 1985-2004. *Working paper, Research Division, Federal Reserve Bank of St. Louis* , 1-41.