

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS BANCOS EN MÉXICO: UN  
ANÁLISIS DE FRONTERA ESTOCÁSTICA, 2004-2016

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN ECONOMÍA

PRESENTA

NADIA DENNIS CORREA MEDINA

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. RODOLFO SÓCRATES CERMEÑO BAZÁN

CIUDAD DE MÉXICO

AGOSTO, 2017

*A mi mamá, a mi papá y hermana por su apoyo y amor incondicional.*

## Agradecimientos

Quiero agradecer:

*A Dios por mostrarme los caminos para llegar a este momento. Gracias por darme la palabra adecuada siempre que la necesito.*

*A mi mamá por enseñarme a amar incondicionalmente. Por estar en los mejores y peores momentos de mi vida, y enseñarme que sin importar las circunstancias siempre se puede ser mejor persona. No habrá forma de agradecer todo lo que haces por nuestra familia.*

*A mi papá por ser un ejemplo claro de superación con base en el trabajo constante. Por ser un hombre de pasión y entrega, admiro tu sabiduría de la vida, y adoro tener las pláticas contigo. Tú sentido del humor y risa siempre están en mi corazón. Por enseñarme que el camino de Dios es mucho más sabio y bondadoso.*

*A mi hermana Diana por existir. Gracias por ser el mejor regalo que la vida me pudo dar. Tu dedicación y compromiso en lograr tus metas siempre me inspira a mejorar. La vida a tu lado es maravillosa y siempre tiene un sentido positivo.*

*A toda la División de Economía del CIDE. Gracias a todos mis profesores por sus enseñanzas desde el primer día y seguir alimentado la semilla de conocimiento en mí. En especial quiero agradecer al Dr. Arturo Antón por ser un gran guía en el CIDE. Gracias por estar al pendiente de mí durante mi estancia en la licenciatura y escucharme siempre que lo necesitaba.*

*Al Dr. Rodolfo S. Cermeño por haber sido un magnífico jefe y un director de tesina. Gracias por haberse preocupado siempre por mi aprendizaje. He tenido la oportunidad de conocer más allá del excelente profesor a un gran ser humano que logra ver más allá de los logros y los fracasos de sus estudiantes. Siempre agradeceré al destino por haber puesto a una persona como usted en mi camino.*

*Al Dr. Fausto Hernández por su guía durante el semestre para culminar esta tesina, así como por sus comentarios y correcciones. Al Dr. Gustavo Del Ángel por sus comentarios y disposición en contestar todas mis dudas durante la elaboración de este trabajo. Siempre será un placer poder compartir e intercambiar ideas con personas como ustedes.*

*Al Instituto Politécnico Nacional por ser el forjador de este logro. Gracias a mis profesores que siempre confiaron en mí, por enseñarme a cruzar puertas que creía cerradas. En especial quiero agradecer al Ing. Miguel Mendoza por haberme guiado hacia el CIDE y ser un profesor comprometido con su profesión, sus alumnos y su país. También quiero agradecer al Lic. Héctor A. Santos por su consejo y confianza cuando lo necesité.*

*A Julio Mamani gracias por ser mi fiel compañero en este viaje llamado CIDE. Gracias por todo tu amor, paciencia y entrega en lo que haces. Eres una de las personas que más admiro y admiraré en la vida. Gracias por ayudarme a detallar este trabajo, sin tu ayuda esto hubiera sido*

*mucho más difícil. Por todos los momentos increíbles, muchas gracias.*

*A mi familia por siempre estar conmigo a pesar de la distancia y tiempo. A mis tíos y tías: Irma, Alma, Moisés, Adelina, Gonzalo, Nancy, Gregorio, Reyna, Sergio. A toda mi familia en Oaxaca por sus muestras de cariño.*

*A Nancy, Luis, Gabriela y Valeria por ser una familia que me inspira a mejorar en muchos sentidos. Mis logros también serán de ustedes.*

*A mis amigas y amigos Brenda, Diana, Joel y Jonathan por apoyarme y brindarme su amistad sin importar el tiempo o la distancia que nos separe.*

*A Gonzalo, Aline y Raúl porque tenerlos en el CIDE hizo esta experiencia más enriquecedora. He aprendido muchas cosas de ustedes y siempre recordaré los momentos de felicidad, risas, angustias y lágrimas que compartimos.*

*A todas las personas que de alguna manera han influido en mi educación. A todos mis profesores y profesoras desde mi educación básica y hasta el CIDE, porque sin ellos este trabajo simplemente no sería posible.*

## **Resumen**

*Este trabajo tiene como principal objetivo analizar la eficiencia técnica de los doce bancos más grandes de México con ayuda de un modelo de frontera estocástica de producción y datos panel. La importancia del estudio radica en que para México no hay estudios recientes que analicen con esta metodología el sector. Los resultados sugieren que existe un alto grado de ineficiencia técnica, es decir, los bancos bajo estudio no utilizan óptimamente sus insumos. Asimismo, se observa un elevado grado de heterogeneidad en la eficiencia técnica de los bancos.*

*Palabras clave: Eficiencia técnica, frontera de producción estocástica, sector bancario.*

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Literatura</b>	<b>5</b>
<b>3. Modelo</b>	<b>9</b>
3.1. Metodología . . . . .	10
<b>4. Resultados empíricos</b>	<b>13</b>
4.1. Datos . . . . .	13
4.2. Análisis descriptivo de los datos . . . . .	15
4.3. Resultados econométricos . . . . .	19
4.3.1. Estimación del modelo . . . . .	20
<b>5. Conclusiones</b>	<b>27</b>
<b>Referencias</b>	<b>28</b>
<b>Apéndice</b>	<b>31</b>

# Índice de figuras

4.1.	Activos promedio de los bancos, 2014-2016 . . . . .	16
4.2.	Crecimiento promedio anual de la Cartera Total . . . . .	17
4.3.	Crecimiento anual promedio de la Cartera . . . . .	18
1.	Crecimiento anual promedio de la Captación . . . . .	31
2.	Crecimiento anual promedio de los Activos . . . . .	31
3.	Crecimiento anual promedio del No. de trabajadores . . . . .	32
4.	Crecimiento anual promedio del No. de sucursales . . . . .	32

# Índice de cuadros

4.1. Resumen de variables de la Función de Producción . . . . .	14
4.2. Especificaciones de la Cobb-Douglas . . . . .	20
4.3. Frontera de producción 1 y 2 . . . . .	21
4.4. Frontera de producción 3 y 4 . . . . .	25

# Capítulo 1

## Introducción

Las instituciones financieras son un sector fundamental para explicar el desarrollo económico de un país. Los diversos organismos pertenecientes a la industria brindan servicios tales como créditos, cuentas de ahorro, depósitos, entre otros. Los bancos son las entidades financieras dedicadas a captar los recursos del público y, posteriormente, realizar las actividades de crédito o inversión.<sup>1</sup> El manejo adecuado de dichos servicios es clave para guiar el crecimiento de la economía. Ross Levine (2011) analizó la importancia y evolución de los bancos y mercados de seguros durante el proceso de desarrollo económico de los países. Sus resultados sugieren que la provisión de servicios por parte del sector financiero se vuelve más importante conforme se experimenta crecimiento en los países. Tales resultados son consistentes con la opinión de (1) las instituciones financieras proveen diferentes servicios a los ofertados por mercados financieros; (2) existen políticas e instituciones que impiden a una economía adaptar óptimamente su estructura financiera, obstaculizando la actividad económica; (3) y por último, conforme las economías crecen se requieren diferentes combinaciones de los servicios financieros para que las instituciones operen eficientemente.

Si nos enfocamos en la última opinión, es fundamental entender a que nos referimos por “eficientemente”, debido a que uno de los análisis más importantes de la banca es la medición

---

<sup>1</sup><http://www.cnbv.gob.mx/SECTORES-SUPERVISADOS/BANCA-MULTIPLE/Paginas/Preguntas-Frecuentes.aspx>

de la eficiencia de las instituciones. El concepto de “eficiencia” puede variar dependiendo el interés del analista. Se ha medido la eficiencia técnica de los bancos a través de su rentabilidad, es decir, por medio de su capacidad para generar utilidades sobre sus activos totales y su patrimonio (Kristjanpoller y Saavedra, 2012). Otros trabajos analizan la eficiencia operativa de las instituciones por medio de la medición de la eficacia de uso de sus insumos y de su producto final (Allen y Rai, 1995).

Asimismo, los métodos utilizados para la medición de los distintos tipos de conceptos varían dentro literatura; la principal distinción entre los métodos es dividirlos en métodos paramétricos y no paramétricos. Para el primer conjunto, un método común dentro de la literatura es uso análisis de frontera estocástica (SFA, por sus siglas en inglés) (Aigner et. al., 1977); en este método se supone una forma funcional para la frontera de producción, y se agrega un componente aleatorio para hacerlo estocástico. El SFA hace posible estimar el grado de eficiencia en la utilización de insumos por los productores. Dentro del segundo método, una de las prácticas más comunes ha sido la estimación de fronteras de producción por medio del análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés) (Grifell y Lovell, 1993); estos métodos son determinísticos y se fundamentan en técnicas de programación, por lo que no requieren una forma funcional específica. No obstante, el tema de análisis de interés será lo que marque la metodología seguida por los investigadores.

En México aumentó la inclinación por analizar el sector bancario debido a los cambios efectuados en las últimas dos décadas del siglo XX. En 1991 comenzó el proceso de reprivatización de los bancos, luego de haber permanecido en poder del gobierno desde 1982. Sin embargo, después de la crisis financiera en México entre 1994 y 1995, se comenzó un análisis más detallado de la situación de dicho sector (Hernández y López, 2001). Dentro de la literatura podemos encontrar artículos enfocados en los determinantes de la crisis bancaria y sus efectos en el corto y largo plazo, así como sus principales indicadores (Hernández y López, 2001);

también, se pueden encontrar estudios dirigidos a los efectos que la liberalización causó en las instituciones bancarias y el grado de competencia alcanzado (Castellanos y Garza-García, 2013).

En la literatura reciente no se encuentran estudios que analicen la eficiencia técnica de los bancos en México en los últimos quince años. El objetivo de este trabajo es analizar la eficiencia técnica de los 12 bancos más grandes en México en el periodo de 2004 a 2016. La pregunta principal es ¿los bancos están utilizando de manera eficiente sus insumos?. Para desarrollar el tema se tomará en cuenta la relación entre la cartera total de los bancos y la captación, activos, el número de trabajadores y el número de sucursales de cada institución. El presente estudio es importante porque es el primero en mostrar un análisis de la eficiencia técnica con la metodología de frontera estocástica de producción para el caso mexicano.

En el presente trabajo se considera un modelo estocástico que sigue el espíritu de la clásica función de Cobb-Douglas y el método de estimación utilizado es el de máxima verosimilitud (MLE). Los resultados muestran un alto grado de ineficiencia técnica sector bancario mexicano. Es decir, los bancos bajo estudio no están utilizando óptimamente sus insumos (por ejemplo, captación, activos fijos, trabajadores y sucursales). Cabe resaltar que los factores más relevantes que explican el producto (la cartera) de las entidades bancarias son la captación y el número de trabajadores. Por otro lado, los resultados encontrados sugieren la existencia de una elevada heterogeneidad e ineficiencia entre los bancos bajo análisis. Asimismo, el enfoque SFA permite obtener un ranking de los bancos con base en sus grados de eficiencia técnica. Se encuentra que sólo unos pocos alcanzan superar un nivel del 50 % de eficiencia. Finalmente, los resultados para la muestra y período analizados muestran que el cambio porcentual trimestral en la cartera (producto) debido al cambio tecnológico representa sólo un 0.8 %.

La estructura del trabajo se describe a continuación. En la segunda sección se discute la literatura relevante del tema, ya sea por la metodología o por el análisis del sector bancario.

Posteriormente, en el capítulo tres se formula la metodología utilizada; aquí se presenta el modelo en general y los supuestos más importantes de este. En el capítulo cuatro se elabora un breve análisis de los datos y se resultados empíricos obtenidos de las regresiones realizadas. En el quinto capítulo se concluye y se dan algunas recomendaciones de posible extensiones de este trabajo.

## Capítulo 2

### Literatura

La eficiencia de los bancos en la literatura aparece con mayor fuerza después de 1970. En el mundo comienzan a analizarse el tema ya sea de forma nacional o internacional, así como una comparación entre los métodos utilizados y sus respectivas críticas.

Con respecto a la metodología utilizada, la investigación Allen Berger y Loretta Mester (1998) centran su atención en las diferencias que muchos estudios encuentran en cuanto a la medición de la eficiencia de las instituciones financieras, en particular de los bancos comerciales. Mencionan que los estudios de este tipo han centrados su atención en la estimación de una frontera eficiente y en la medición de promedio de diferencias entre los bancos observados y los bancos en la frontera.

Este trabajo se centra en tres fuentes: (1) las diferencias en el concepto de eficiencia utilizado, (2) diferencias en los métodos de medición utilizados para estimar la eficiencia en el contexto de estos conceptos, y (3) correlaciones potenciales de eficiencia (bancos, mercado, características regulatorias que son, al menos, parcialmente exógenas y pueden explicar algunas de las diferencias de eficiencia que quedan después de controlar el concepto de eficiencia y el método de medición. Además de revisar la literatura existente, proporciona nueva evidencia utilizando datos de bancos estadounidenses en el periodo de 1990 a 1995.

Los autores examinan tres conceptos económicos de eficiencia: costo, beneficio estándar y eficiencias alternativas de beneficio, en la que cada una refleja el funcionamiento de las instituciones bancarias, pero desde distintas perspectivas, y pueden proveer información muy diferente al analista. Ellos encuentran que la medida de cada uno de los conceptos puede agregar información independiente valiosa, por lo que futuras investigaciones deberían medir los tres conceptos para reforzar sus conclusiones de eficiencia. En cuanto a los métodos de medición de eficiencia incluyeron el uso de diferentes técnicas de medición, diferentes formas funcionales y varios tratamientos de calidad de producto y capital financiero. El general, los resultados de cada uno mostraron ser robustos al medir eficiencia, es decir, sin importar la elección entre técnicas, formas funcionales y tratamientos los resultados suelen ser muy similares.

El artículo de Matilda Gjirja (2004) tiene como objetivo principal evaluar los efectos de eficiencia de las fusiones y adquisiciones bancarias en Suecia. La autora estima una frontera estocástica de costos (translog cost function) para encontrar apoyo empírico de eficiencia y dar evidencia de su hipótesis: los bancos ineficientes son adquiridos por otros más eficientes. Los datos están conformados por un panel de cajas de ahorros en Suecia para el periodo de 1984 a 2002. Los resultados sugieren que no hay evidencia fuerte en favor de la hipótesis. Además, el análisis posterior a la fusión no muestra mejoras notables en la eficiencia técnica de los bancos después de la consolidación. Estos hallazgos implican que los tomadores de decisiones deben ser más cautelosos al promover las fusiones como un medio para obtener ganancias de eficiencia.

Kristjanpoller y Saavedra (2012) analizan la eficiencia en la generación de rentabilidad de la banca comercial que opera en México y Chile y su comportamiento en periodo de crisis. Los autores pretenden determinar si en dicho periodo los bancos son más eficientes para generar utilidades sobre los activos totales y patrimonio en comparación con periodos normales. El método utilizado por los autores es un análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en in-

glés) aplicado a una comparación con unidades de diferentes periodos. Asimismo, utilizan dos medidas conocidas como el retorno sobre activos (ROA) y el retorno sobre patrimonio (ROE). Los autores concluyen que, al haber analizado la generación de rentabilidad (ROA y ROE) con respecto al uso de recursos, los resultados de rentabilidad sobre recursos son mejores para el periodo posterior a la crisis (2008-2010) que en el periodo previo a ésta en ambos países. Para el caso mexicano, se concluye que la eficiencia en la generación de ROE el 2008 fue un año muy eficiente, mientras que en el ROA se encuentra mayor eficiencia en el periodo previo. Como conclusión general, los autores sugieren que los bancos de mayor eficiencia durante todo el periodo de análisis, se concentran en el periodo de crisis de acuerdo con ROA y ROE. De igual manera, los bancos que alcanzaron mayor eficiencia de utilidad en el periodo previo a la crisis, tienen un desempeño menos eficiente al compararlos con los mejores en la crisis.

Si bien el análisis del sector bancario mexicano ha sido un tema analizado por diversos autores desde el siglo XX, el tema particular de la eficiencia bancaria en México puede ubicarse como relativamente nuevo debido a la falta de una institución que reuniera los datos adecuados y a tiempo. Un primer acercamiento al análisis de la eficiencia de los bancos en México lo hacen Hernández y López (2001). Su investigación centra el análisis del proceso de reprivatización y, finalmente, la reestructuración de la banca comercial en México. Los autores no hacen un análisis detallado de la eficiencia debido a un problema contable que inició en 1997; sin embargo, los autores mencionan que para 1999 México había crecido 5.2 por ciento, no obstante, la banca comercial había destinado escasos recursos para financiar a las pequeñas y medianas empresas, por lo que éstas habían de recurrir a préstamos directos con los proveedores. Dicha situación puede permitirnos señalar la poca penetración de las instituciones bancarias en una tarea común de estas instituciones.

Posteriores análisis cuentan con los datos suficientes para realizar un análisis más detallado. La eficiencia y la competencia del sector bancario mexicano es analizado por Castellanos, Del Ángel y Garza (2016). En suma, los resultados proporcionados por los autores muestran que

hay un aumento en la eficiencia del sistema bancario mexicano durante el periodo de análisis, 2002-2012, a pesar de los efectos adversos causados por la crisis financiera, particularmente en la eficiencia de los bancos extranjeros.

# Capítulo 3

## Modelo

En el presente trabajo se estima una función de frontera estocástica de producción con datos panel; se considera la forma funcional de una función Cobb-Douglas. Se supone que los bancos producen un sólo output, es decir, nuestro único producto es la cartera. Este modelo nos permite estudiar la variación de la eficiencia técnica a través de los diferentes bancos, pero se supone constante a través del tiempo para cada uno de ellos; es decir, se trata del análisis de la eficiencia técnica invariante en el tiempo.

La función de producción Cobb-Douglas muestra una relación homogénea entre el producto y los insumos (García de la Cruz, 2006). Siguiendo a Kumbhakar y Knox-Lovell (2003), el modelo se describe a continuación:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_i, \quad (3.1)$$

Donde  $i = 1, \dots, N$  son las unidades de corte transversal;  $t = 1, \dots, T$  son las unidades de tiempo para cada  $i$ ;  $y_{it}$  representa el nivel de producto;  $\ln x_{it}$  representa los logaritmos naturales de los insumos;  $\beta_n$  son los parámetros desconocidos de cada una de los insumos;  $u_i$  es una variable aleatoria no-negativa asociada con la ineficiencia técnica, nótese que la estructura de la tecnología de producción se asume constante a través del tiempo; y  $v_{it}$  se introduce como otra variable aleatoria que representa un ruido estadístico. Los parámetros del modelo y la eficiencia técnica pueden estimarse por diferentes métodos.

### 3.1. Metodología

El método utilizado en este trabajo será el método de estimación de Máxima Verosimilitud (MLE, por sus siglas en inglés) debido a que otros métodos como los modelos de Efectos Fijos o de Efectos Aleatorios pueden evitar los supuestos fuertes de distribución o independencia tomados usualmente en la literatura de frontera de producción de corte transversal. No obstante, si dichos supuestos son sostenibles en un contexto de datos panel, la mejor opción será utilizar el método de Máxima Verosimilitud.

Los siguientes son los supuestos de los los componentes de error de la frontera estocástica de producción dada por la ecuación (3.1)(Kumbhakar et al., 2003):

(i)  $v_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2)$

(ii)  $u_i \sim iid N^+(0, \sigma_u^2)$

(ii)  $u_i$  y  $v_{it}$  son independientemente distribuidos uno del otro, y de los regresores.

Se puede caracterizar con distintas formas funcionales los componentes de error. Entre las especificaciones más utilizadas se encuentran la distribución *Half-normal* y la distribución *Truncated normal*. La primera se caracteriza por tomar sólo los valores positivos de una distribución normal ordinaria con media cero; la segunda es la distribución de probabilidad de una variable aleatoria normalmente distribuida cuyo valor está limitado por debajo o por encima (o ambos).

Para propósitos del presente estudio se utilizará la distribución *Half-normal*, y se presentarán los supuestos utilizados por Pitt y Lee (1981) y presentados en Kumbhakar y Knox-Lovell (2003). La función de densidad de  $u$ , que es independiente del tiempo, está dada por la ecuación:

$$f(u) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_u} \exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}\right\}, \quad (3.2)$$

La función de  $\mathbf{v} = (v_1, \dots, v_T)'$ , dependiente del tiempo, está dada por la siguiente ecuación:

$$f(\mathbf{v}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{T}{2}} \sigma_v^T} \exp \left\{ -\frac{\mathbf{v}'\mathbf{v}}{2\sigma_v^2} \right\}, \quad (3.3)$$

Dado que se tiene el supuesto de independencia, la función de densidad conjunta de  $u$  y  $v$  es:

$$f(u, \mathbf{v}) = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{T+1}{2}} \sigma_u \sigma_v^T} \exp \left\{ -\frac{u^2}{2\sigma_u^2} - \frac{\mathbf{v}'\mathbf{v}}{2\sigma_v^2} \right\}, \quad (3.4)$$

y la función de densidad conjunta de  $u$  y  $\varepsilon = (v_1 - u_1, \dots, v_T - u_1)'$  es:

$$f(u, \varepsilon) = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{T+1}{2}} \sigma_u \sigma_v^T} \exp \left\{ -\frac{(u - \mu_*)^2}{2\sigma_*^2} - \frac{\varepsilon'\varepsilon}{2\sigma_v^2} + \frac{\mu_*^2}{2\sigma_*^2} \right\}, \quad (3.5)$$

donde

$$\begin{aligned} \mu_* &= -\frac{T\sigma_u^2 \bar{\varepsilon}}{\sigma_v^2 + T\sigma_u^2} \\ \sigma_*^2 &= \frac{\sigma_u^2 \sigma_v^2}{\sigma_v^2 + T\sigma_u^2} \\ \bar{\varepsilon} &= \frac{1}{T} \sum_t \varepsilon_{it}. \end{aligned}$$

En consecuencia, la función de densidad de  $\varepsilon$  es:

$$\begin{aligned} f(\varepsilon) &= \int_0^\infty f(u, \varepsilon) du \\ &= \frac{2[1 - \Phi(-\mu_*/\sigma_*)]}{(2\pi)^{\frac{T}{2}} \sigma_v^{T-1} (\sigma_v^2 + T\sigma_u^2)^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{\varepsilon'\varepsilon}{2\sigma_v^2} + \frac{\mu_*^2}{2\sigma_*^2} \right\} \end{aligned} \quad (3.6)$$

El logaritmo de la función de verosimilitud para una muestra de  $I$  productores, cada uno observado por  $T$  períodos de tiempo, es:

$$\begin{aligned} \ln L &= \text{constante} - \frac{I(T-1)}{2} \ln \sigma_v^2 - \frac{1}{2} \ln (\sigma_v^2 + T\sigma_u^2) \\ &\quad + \sum_i \ln \left[ 1 - \Phi \left( -\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*} \right) \right] - \frac{\sum_i \varepsilon'_i \varepsilon_i}{2\sigma_v^2} + \frac{1}{2} \sum_i \left( \frac{\mu_{*i}}{\sigma_*} \right)^2 \end{aligned} \quad (3.7)$$

La función de probabilidad (3.7) puede maximizarse con respecto a los parámetros para obtener los estimadores de máxima verosimilitud de  $\beta$ ,  $\sigma_v^2$  y  $\sigma_u^2$ .

Posteriormente se pueden obtener las estimaciones de la eficiencia técnica no variable en el tiempo. Se comienza por derivar la distribución condicional  $(u|\varepsilon)$ , la cual se presenta a continuación:

$$\begin{aligned} f(u|\varepsilon) &= \frac{f(u, \varepsilon)}{f(\varepsilon)} \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{1/2}\sigma_*[1 - \Phi(-\mu_*/\sigma_*)]} \exp\left\{-\frac{(u - \mu_*)^2}{2\sigma_*^2}\right\} \end{aligned} \quad (3.8)$$

esta es la función de densidad de una variable distribuida como  $N^+(\mu_*, \sigma_*^2)$ . La media o la moda de esta distribución puede utilizarse como un estimador puntual de la eficiencia técnica, y se obtiene

$$E(u_i|\varepsilon_i) = \mu_{*i} + \sigma_* \left[ \frac{\phi(-\mu_{*i}/\sigma_*)}{1 - \Phi(-\mu_{*i}/\sigma_*)} \right] \quad (3.9)$$

y

$$M(u_i|\varepsilon_i) = \begin{cases} \mu_{*i} & \text{if } \varepsilon_i \leq 0, \\ 0 & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad (3.10)$$

Un estimador alternativo proveniente del predictor de error cuadrado mínimo es:

$$E(\exp\{-u_i\}|\varepsilon_i) = \frac{1 - \Phi[\sigma_* - (u_{*i}/\sigma_*)]}{1 - \Phi(u_{*i}/\sigma_*)} \exp\left\{-\mu_{*i}^2 + \frac{1}{2}\sigma_*^2\right\}. \quad (3.11)$$

Las ecuaciones (3.2)-(3.11) describen la estimación de máxima verosimilitud para obtener los estimadores de eficiencia técnica constante en el tiempo, tomando los supuestos de la distribución *half-normal*.

# Capítulo 4

## Resultados empíricos

### 4.1. Datos

En este trabajo se utiliza un panel de datos de 12 entidades pertenecientes al sector bancario mexicano. La periodicidad es trimestral y los datos abarcan desde 2004 a 2016. Todos los datos fueron obtenidos de los Boletines Estadísticos de la Banca Múltiple, dichos documentos cuentan con información estadística y financiera de las principales entidades del sector. Así mismo, se obtuvo información de las variables operativas del portafolio de información cuando los datos no estuvieran disponibles dentro de los Boletines.

Las variables de interés son el total de la cartera utilizada como el “output” y el total de captación, inmuebles mobiliario y equipo, número de trabajadores y número de sucursales como “inputs”.

Cuadro 4.1: Resumen de variables de la Función de Producción

<b>Producto</b>	Cartera
<b>Insumos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Captación</li> <li>2. Activos fijos (Inmuebles, mobiliario y equipo)</li> <li>3. Número de trabajadores</li> <li>4. Número de sucursales</li> </ol>

La cartera se define como el conjunto de valores, títulos, créditos y efectos de curso legal que figuran en el activo de una empresa, especialmente financiera, y que constituyen el respaldo de su crédito y de sus reservas convertibles y realizables. Esta variable ha sido utilizada en otras investigaciones como medida del uso de recursos para proveer servicios (Sherman y Ladino, 1995).

La captación se define como los recursos que las instituciones reciben o recolectan del público. Generalmente, se obtienen a través de sus instrumentos de captación: cuenta de cheques, cuenta de ahorros, depósitos a plazo fijo, etc. Otras investigaciones han utilizado la captación como variable para medir la eficiencia, ya sea por medio de una función de producción o por medio de una función de costos (Lozano, 2010).

Los inmuebles, mobiliario y equipo será tratado como el capital fijo de la empresa cuya definición se refiere a todos aquellos bienes empleados dentro del proceso productivo de la empresa, maquinaria, edificios, etc., también conocido como Activo de Largo Plazo. Las investigaciones de eficiencia suelen tomar el total de activos reportados por los bancos, pero creemos que para el caso mexicano es importante analizar la importancia de inmuebles, mobiliario y equipo como una variable que relaciona lo que posee el banco con lo que ofrece a los usuarios.

Para obtener mejores estimaciones, los datos monetarios de las tres variables mencionadas anteriores fueron transformados a valores reales con ayuda del Índice Nacional de Precios al

Consumido (INPC).<sup>1</sup> Los valores se estandarizaron con base en la segunda quincena de diciembre del 2010.

Asimismo, hay dos variables más para el análisis: el número de trabajadores y el número de sucursales. La primera es una variable de interés que ha sido utilizada en diversas investigaciones para definir el precio del trabajo (Gjirja, 2003; Lozano, 2010). Los trabajadores forman parte de los insumos de las instituciones, más trabajadores de los necesarios podrían dificultar la operatividad de los bancos y disminuir su eficiencia. El número de sucursales nos permite conocer si la cantidad de unidades permite a los bancos mejorar su oferta de servicios y si es eficiente al hacerlo. Por ello, se hará un primer análisis sin tomar en cuenta esta variable y posteriormente se agregará a las regresiones.

## **4.2. Análisis descriptivo de los datos**

Como se mencionó con anterioridad, los bancos se eligieron de acuerdo al promedio de activos obtenidos de 2004 a 2016. Se eligieron los 12 bancos más grandes de acuerdo al criterio antes descrito, los cuales fueron divididos en dos grupos, en algunos casos, para facilitar su análisis. El ranking final se muestra a continuación:

---

<sup>1</sup><http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/inp/inpc.aspx>

Figura 4.1: Activos promedio de los bancos, 2014-2016

(Millones de pesos.)

Ranking	Banco	Promedio de Activos 2004-2016
1	BBVA Bancomer	\$ 1,091,163.41
2	Banamex	\$ 885,627.62
3	Santander Serfin	\$ 679,356.86
4	Mercantil del Norte	\$ 534,954.36
5	HSBC	\$ 423,752.34
6	Scotiabank Inverlat	\$ 203,537.75
7	Inbursa	\$ 200,975.51
8	Banco del Bajío	\$ 83,757.42
9	Interacciones	\$ 72,369.73
10	Banco Azteca	\$ 70,583.84
11	Afirme	\$ 61,380.52
12	Bank of America	\$ 55,551.39

Fuente: Elaboración propia con datos de la CNBV.

Cabe mencionar que Deutsche Bank entraba dentro de los 12 bancos según el criterio considerado. Sin embargo, las variables de este banco estaban conformadas por valores iguales a cero en los documentos de la CNBV, por ello se eligió tomar a Bank of America como nuestro doceavo banco y por tanto excluir a Deutsche Bank de la muestra.

A continuación, se presenta un cuadro con los datos del crecimiento promedio anual de las variables utilizadas en el presente trabajo. Cabe subrayar que el orden en el que se presentan los bancos son del más grande al más pequeño de acuerdo al criterio establecido.

Figura 4.2: Crecimiento promedio anual de la Cartera Total

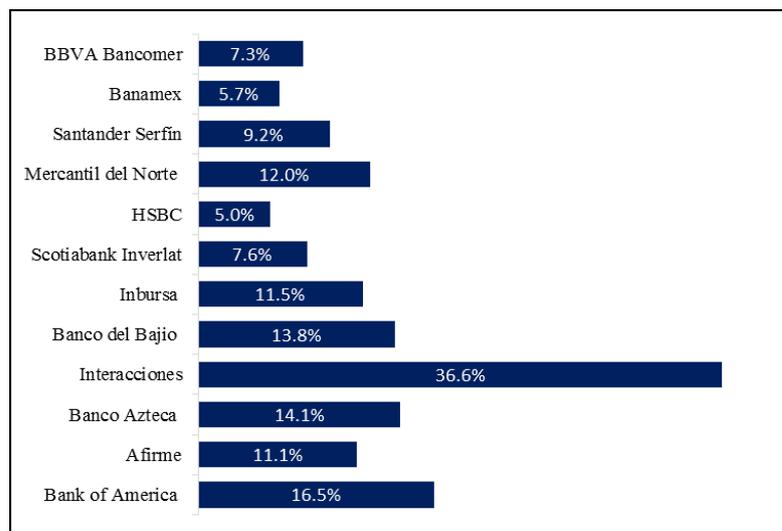
Nombre	Cartera	Captación	Activos	Nº de trabajadores	Nº de sucursales
BBVA Bancomer	7.3%	3.5%	6.8%	1.9%	0.8%
Banamex	5.7%	7.7%	0.6%	0.7%	1.0%
Santander Serfin	9.2%	19.1%	17.7%	13.0%	15.4%
Mercantil del Norte	12.0%	12.5%	8.1%	4.7%	1.8%
HSBC	5.0%	8.0%	-0.1%	-1.2%	-2.5%
Scotiabank Inverlat	7.6%	8.6%	9.6%	2.9%	3.4%
Inbursa	11.5%	10.2%	10.8%	16.9%	30.3%
Banco del Bajío	13.8%	14.3%	14.7%	13.8%	13.2%
Interacciones	36.6%	29.6%	5.0%	8.4%	-2.9%
Banco Azteca	14.1%	20.4%	0.1%	9.1%	6.0%
Afirme	11.1%	14.7%	16.4%	19.2%	12.1%
Bank of America	16.5%	71.7%	-4.9%	-0.3%	0.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de la CNBV.

Se puede observar que los seis bancos más grandes en cuanto a activos, mantienen un crecimiento promedio anual menor que sus pares subsiguientes. Este comportamiento puede darnos indicios de la apertura a la competencia en este sector, el crecimiento de oferta de servicios para los consumidores. Esta aseveración puede respaldarse con el análisis realizado por castellanos y Garza-García (2013), pues al realizar un ejercicio de eficiencia el índice utilizado para medir la competencia fue significativo aún prescindiendo de otras variables del modelo.

A continuación se presenta la gráfica de las variables de producto de nuestro interés, la Cartera, para facilitar su análisis.

Figura 4.3: Crecimiento anual promedio de la Cartera



Por un lado, Interacciones tiene un crecimiento del 36,61 % y puede explicarse debido a tasa de crecimiento por arriba del 100 % en la Cartera entre los años 2004 y 2007; en este último año, Fitch Ratings <sup>2</sup> incrementó las calificaciones de riesgo contraparte de largo y corto plazo de Banco Interacciones S.A. Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero Interacciones (“Interacciones”) a ‘A(mex)’ y ‘F1(mex)’ desde ‘A-(mex)’ y ‘F2(mex)’, respectivamente. También mencionó que la perspectiva era ‘Estable’ luego de haber que Interacciones completado un proceso de saneamiento al sostener elevados ritmos de originación de créditos y reducir su exposición a activos de baja productividad como títulos conservados a vencimiento.<sup>3</sup> Por otro lado, HSBC tiene la menor tasa de crecimiento promedio, situación agravada cuando se observan las demás variables pues tres de las cuatro tienen un decrecimiento promedio dentro de los trece años de análisis.

En la Figura 1 del Anexo, podemos observar gráficamente el crecimiento promedio anual de la captación de cada banco. El banco que más crecimiento obtuvo en esta variable fue Interacciones (podemos decir que por ello su cartera incrementó por este hecho). Le siguen Banco Azteca y Santander Serfin, sin embargo, este último había sido parte de una fusión entre San-

<sup>2</sup> Agencia internacional de calificación crediticia perteneciente a la corporación financiera Fitch Group

<sup>3</sup><http://www.bancointeracciones.mx/images/banco/estados-financieros/2007/3erTrimestre/calificaciones/2007-3er-fitch.pdf>

tander Mexicano y Serfin, por lo que observaremos un comportamiento parecido en las demás variables. La captación de BBVA Bancomer es la más baja de entre todos los bancos, y notablemente por debajo de los siguientes más bajos: Banamex y HSBC.

El crecimiento promedio de los activos fijos se ve reflejado en la Figura 2 del apéndice. Los bancos que encabezan la lista son Santander Serfin, Afirme y Banco del Bajío. En este rubro, HSBC muestra un decrecimiento promedio anual, lo cual también se refleja en el número de trabajadores y de sucursales. Banco Azteca tiene un crecimiento promedio del 0,1 %, y puede explicarse debido al uso de las tiendas de electrodomésticos pertenecientes al grupo Elektra y Salinas Rocha.<sup>4</sup>

Con respecto al número de trabajadores, la Figura 3 del apéndice, muestra como los primeros seis bancos más grandes de acuerdo a sus activos (excepto Santander Serfin) tienen una tasa de crecimiento menor en comparación con los siguientes seis bancos. Bank of America tiene una tasa decreciente del número de trabajadores; no obstante, el número de sucursales de este banco no tuvo crecimiento y se mantuvo con una sola sucursal existente a lo largo del periodo de estudio. Podemos observar en la Figura 4 del apéndice que hay mayor variación entre el crecimiento y decrecimiento de las sucursales entre los doce bancos y de ambos grupos.

### **4.3. Resultados econométricos**

Las regresiones son elaboradas con un programa estadístico diseñado especialmente para este tipo de análisis, Stochastic Frontier Analysis Program (Frontier 4.1), diseñado por Tim Coelli.

---

<sup>4</sup><http://www.grupoelektra.com.mx/es/tiendas>

### 4.3.1. Estimación del modelo

Primero, tomamos en cuenta que tenemos observaciones de 12 productores,  $i = 1, \dots, 12$ ; tenemos un total de 13 años,  $t = 1, \dots, 13$ . Para propósitos de este trabajo, las primeras estimaciones a continuación presentadas no contarán con variación en el tipo para cada productor. Es decir, sólo se se presentarán las variaciones de eficiencia técnica entre productores, pero se asume que ésta será constante a través del tiempo para cada uno de ellos. La función de producción Cobb-Douglas con eficiencia técnica no variable a través del tiempo es:

$$\text{Modelo sin tendencia: } \ln y_{it} = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln X_{nti} + v_{it} + u_i \quad (4.1)$$

$$\text{Modelo con tendencia: } \ln y_{it} = \beta_0 + \Phi + \sum_n \beta_n \ln X_{nti} + v_{it} + u_i \quad (4.2)$$

Se utilizaron cinco especificaciones diferentes para caracterizar los regresores utilizados en cada estimación de la función de producción. El siguiente cuadro resume dichas especificaciones en cada una de ellas:

Cuadro 4.2: Especificaciones de la Cobb-Douglas

Función de producción (FP)	Regresores				
	Tendencia	Captación	Activos	No. de trabajadores	No. de sucursales
Fp 1		✓	✓	✓	
Fp 2		✓	✓	✓	✓
Fp 3	✓	✓	✓	✓	
Fp 4	✓	✓	✓	✓	✓

Tal y como se mencionó más arriba se utilizó el método de máxima verosimilitud (MLE) para estimar cada una de las especificaciones de la Tabla 4.2, y los resultados se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro 4.3: Frontera de producción 1 y 2

Variable independiente	FP 1	FP 2
$c$	3.199*** (0.293)	3.323*** (0.294)
Captación ( $\beta_1$ )	0.445*** (0.029)	0.390*** (0.312)
Activos ( $\beta_2$ )	0.118*** (0.044)	0.102** (0.046)
No. de trabajadores ( $\beta_3$ )	0.369*** (8.063)	0.529*** (0.073)
No. de sucursales ( $\beta_4$ )	— —	-0.116*** (0.024)
$\sigma^2$	1.398*** (0.563)	1.170*** (0.678)
$\gamma$	0.937*** (0.026)	0.950*** (0.020)
LR test	483.64	461.48
Banco	Coeficiente de eficiencia	
1. BBVA Bancomer	0.430	0.425
2. Banamex	0.369	0.337
3. Santander Serfín	0.483	0.480
4. Banorte	0.421	0.421
5. HSBC	0.315	0.295
6. Scotiabank Inverlat	0.398	0.365
7. Inbursa	0.954	0.952
8. Banco del Bajío	0.420	0.396
9. Interacciones	0.768	0.561
10. Banco Azteca	0.119	0.097
11. Afirme	0.236	0.214
12. Bank of America	0.173	0.119
Eficiencia media	0.424	0.388

(.) Error estándar.

\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$

El valor de gamma ( $\gamma$ ) indica la proporción de la variación en el modelo que se debe a la utilización de la capacidad. El parámetro  $\gamma$  toma valores entre cero y uno, i.e.,  $\gamma \in [0, 1]$ . Un valor, estadísticamente significativo, de  $\gamma$  cercano a 1 sugiere que gran parte de la variación—que no se debe directamente a cambios en el nivel de insumos fijos—se debe a cambios en la utilización de la capacidad. Por el contrario, si  $\gamma$  toma valores cercanos a 0 y que no son estadísticamente significativos, entonces poca variación en la producción entre años se debe a diferencias en la utilización de la capacidad. En los extremos, si  $\gamma = 0$  entonces todas las desviaciones de la frontera son debido al ruido (por ejemplo, eventos aleatorios que podrían afectar a la generación de la cartera en los bancos), mientras que si  $\gamma = 1$  significa que todas las desviaciones de la frontera son debido a la ineficiencia técnica.

En el contexto del SFA testear la significancia de  $\gamma$  es de suma importancia. La literatura existente sugiere diversas pruebas para analizar la especificación de este tipo de modelos, es decir para determinar la existencia de una frontera. Los más comunes son el *t-ratio* y la prueba de ratio de verosimilitud generalizada unilateral de Coelli (1995), más conocida como *test LR* o test de ratio de verosimilitud.<sup>5</sup> Cabe mencionar que para este último test se debe utilizar los valores críticos propuestos en Kodde y Palm (1986). Asimismo, el número de restricciones considerados en la regresión representan los “grados de libertad” en el modelo. Finalmente, si el valor del test LR es mayor que el valor crítico obtenido en tablas; entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

En suma, se busca determinar si existe o no una ineficiencia técnica significativa. Es decir, la hipótesis nula es  $H_0 : \gamma = 0$  que indica la no existencia de ineficiencia técnica; mientras que la hipótesis alterna es  $H_1 : \gamma > 0$ . Si no se rechaza la hipótesis nula, entonces se argumenta que no hay evidencia de subutilización de la capacidad en los datos y la frontera de producción es idéntica a una función de producción estándar.

---

<sup>5</sup>La literatura previa argumenta que los errores estándar son sólo aproximados debido al método numérico utilizado en el estimado de máxima verosimilitud (MLE, por sus siglas en inglés), por lo que el test LR es más confiable.

En el Cuadro 4.3, primer modelo (FP 1), se observa  $\gamma = 0,937$ , lo cual es un valor alto y considerablemente cercano a 1. Considerando un nivel de significancia del 5 % y teniendo en cuenta 1 grado de libertad (es decir, una restricción en el modelo de regresión), el valor crítico en tabla de Kodde y Palm es de 2.706. Dado que el valor del test  $LR = 483,64$  es mayor al del valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de confianza del 95 %, existe un alto grado de ineficiencia técnica en sector bancario mexicano.

En el modelo estimado se observa que el factor más determinante en el producto (cartera) es la captación, cuyo parámetro es alto y estadísticamente significativo. En particular, se estima que la elasticidad del producto con respecto a la captación es de 0.445 (evaluada en el valor medio de la variable regresora). Como segundo factor relevante se tiene al número de trabajadores seguido de los activos. Los coeficientes de ambas variables son positivos y significativos.

En adición, se incluye en el modelo (FP 2) el número de sucursales como una de las variables que conforman los “inputs”. En general, las sucursales son fuente de captación de depósitos y oferta de productos y servicios minoristas. Los resultados muestran que la elasticidad del producto con respecto al número de sucursales es de -0.116 y es significativo. Aunque no parece ser una de las variables más determinantes en la cartera. El signo negativo de este coeficiente podría estar explicado por el descenso en el número de sucursales en relación con los depósitos reales y la población. Es decir, este resultado podría sugerir la existencia de una banca menos centrada en las sucursales, ya que debido a los nuevos avances tecnológicos se estaría impulsando más la existencia de la banca móvil y en línea. El Cuadro 4.3 también muestra el ranking de los 12 bancos bajo análisis de acuerdo a sus grados de eficiencia técnica, los cuales resultan de la relación entre el producto potencial y efectivo. Se observa que sólo Inbursa e Interacciones lideran con niveles de eficiencia de 95 y 77 %, respectivamente.

El resto de los bancos se con niveles por debajo del 50 %, siendo el más bajo Banco Azteca con un grado del 12 %. Por tanto, se percibe una elevada heterogeneidad e ineficiencia. Bajo este modelo el nivel de eficiencia alcanzado como industria es de 42 %.

Cuadro 4.4: Frontera de producción 3 y 4

Variable independiente	FP 3	FP 4
$c$	5.212*** ( 0.447)	5.467*** (0.447)
Tendencia ( $\Phi$ )	0.008*** (0.001)	0.008*** (0.001)
Captación ( $\beta_1$ )	0.306*** (0.036)	0.241*** (0.036)
Activos ( $\beta_2$ )	0.072* (0.044)	0.051 (0.044)
No. de trabajadores ( $\beta_3$ )	0.324*** (0.063)	0.493*** (0.063)
No. de sucursales ( $\beta_4$ )	— —	-0.125*** (0.063)
$\sigma^2$	1.454*** (0.570)	1.831*** (0.570)
$\gamma$	0.942*** (0.023)	0.956*** (0.017)
LR test	482.021	475.504
Banco	Coeficiente de eficiencia	
1. BBVA Bancomer	0.735	0.750
2. Banamex	0.562	0.524
3. Santander Serfín	0.675	0.685
4. Banorte	0.587	0.588
5. HSBC	0.426	0.406
6. Scotiabank Inverlat	0.454	0.420
7. Inbursa	0.952	0.951
8. Banco del Bajío	0.406	0.381
9. Interacciones	0.561	0.392
10. Banco Azteca	0.120	0.097
11. Afirme	0.172	0.152
12. Bank of America	0.096	0.062
Eficiencia media	0.479	0.451

(·) Error estándar.

\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Por otra parte, se pretende capturar indicios de progreso tecnológica de los bancos en México. Para este fin se agrega en el modelo una variable de tendencia. El Cuadro 4.4 muestra que el cambio porcentual trimestral en la cartera (producto) debido al cambio tecnológico representa sólo un 0.8 %.

De manera similar al análisis del Cuadro anterior, en el Cuadro 4.4, modelo FP 3, se observa un valor de  $\gamma = 0,942$ , lo cual es cercano a la unidad y significativamente distinto de 0. Este resultado sugiere que existe un alto grado de ineficiencia técnica. Asimismo, el número de trabajadores y la captación son los factores más determinantes del producto (cartera). Al incluir el número de sucursales en el modelo (FP 4) se mantiene la relevancia de las variables antes mencionadas. La elasticidad del producto con respecto al número de sucursales sigue siendo negativa.

Asimismo, el Cuadro 4.4 también muestra el ranking de los 12 bancos bajo análisis de acuerdo a sus grados de eficiencia técnica. Se observa que Inbursa y BBVA Bancomer lideran con niveles de eficiencia de 95 y 74 %, respectivamente. Los 4 subsiguientes muestran niveles por encima del 50 %, mientras el resto alcanza niveles de eficiencia por debajo del 50 %, siendo el más bajo Bank of America con un nivel del 10 %. Si bien es cierto que se observa una mejora con respecto al del Cuadro 4.4; sin embargo, todavía se percibe cierta heterogeneidad e ineficiencia. Bajo este modelo el nivel de eficiencia alcanzado como industria es de 48 %.

# Capítulo 5

## Conclusiones

En esta tesina se estudia el grado de ineficiencia técnica en el sector bancario mexicano. Su-  
jeto a ciertos criterios como el nivel promedio de activos y la disponibilidad de información, se  
consideró un total de 12 principales bancos que operan en México. En concordancia con la lite-  
ratura previa se hace uso del enfoque de análisis de frontera estocástica (SFA). En este contexto  
se considera un modelo estocástico que sigue el espíritu de la clásica función de Cobb-Douglas.  
El método de estimación utilizado es el de máxima verosimilitud (MLE).

Los resultados obtenidos sugieren que sector bancario mexicano presenta un alto grado de  
ineficiencia técnica. Es decir, los bancos bajo estudio no están utilizando óptimamente sus in-  
sumos (por ejemplo, captación, activos fijos, trabajadores y sucursales). Asimismo, se observa  
que los factores más relevantes que explican el producto (la cartera) de las entidades banca-  
rias son la captación y el número de trabajadores. Se muestra que la elasticidad del producto  
con respecto al número de sucursales es negativa, lo cual podría estar explicado por los nuevos  
avances tecnológicos y por ende el mayor uso de servicios de banca móvil y en línea en lugar  
de sucursales bancarias.

Por otra parte, se observa una elevada heterogeneidad e ineficiencia entre los bancos bajo  
análisis. Ya que según el ranking con base en sus grados de eficiencia técnica sólo unos pocos

alcanzan superar un nivel del 50 % de eficiencia. Inbursa lidera en todos los casos considerados con un grado de eficiencia muy cercano a 1, y dependiendo del caso Interacciones y BBVA Bancomer son los siguientes en la lista. Mientras Banco Azteca y Bank of America presentan los niveles de eficiencia más baja.

En aras de analizar los efectos del progreso tecnológico en el sector bancario se considera un modelo con tendencia. Los resultados para la muestra analizada muestran que el cambio porcentual trimestral en la cartera (producto) debido al cambio tecnológico representa sólo un 0.8 %.

Finalmente, se puede estudiar diversas extensiones de este trabajo. Por ejemplo, en lugar de una función de Cobb-Douglas se podría estimar los modelos utilizando una función trans-logarítmica. También se puede extender este trabajo considerando variaciones de la eficiencia técnica en el tiempo para cada uno de los bancos, y no suponerla constante como en el presente estudio.

# Bibliografía

(s.f.).

- Akkaya, O. (2016). Cost efficiency analysis of swedish financial enterprises: An empirical investigation. *European Research on Management and Business Economics*, 22(1), 31 - 37. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1135252313000555> doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iedee.2013.10.001>
- Allen, A., Linda y Rai. (1996). Operational efficiency in banking: An international comparison. *Journal of Banking and Finance*, 20(4), 655–672.
- Berger, A. N., y Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European journal of operational research*, 98(2), 175–212.
- Bhattacharyya, A., Bhattacharyya, A., y Kumbhakar, S. C. (1997). Changes in economic regime and productivity growth: A study of indian public sector banks. *Journal of Comparative Economics*, 25(2), 196 - 219. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147596797914608> doi: <http://dx.doi.org/10.1006/jcec.1997.1460>
- Castellanos, D. G. A. y. G.-G. J. G., Sara G. (2015). *Competition and efficiency in the mexican banking industry*. Palgrave Macmillan.
- Coelli, T. J. (s.f.). *A guide to frontier version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation* (Inf. Téc.).
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., y Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer Science & Business Media.
- Demirgüç-Kunt, A., Feyen, E., y Levine, R. (2012). The evolving importance of banks and securities markets. *The World Bank Economic Review*, 27(3), 476–490.
- García De la Cruz, M. (2006, Abril). *Productividad total de factores agrícola: Un estudio comparativo de la ocde*. Tesina.
- Gjirja, M. (2003). Assessing the efficiency effects of bank mergers in sweden. a panel-based stochastic frontier analysis. *Department of Economics, Göteborg University*.
- Hernández Trillo, O., Fausto y Escarpullí López. (2001a). La banca en México, 1994-2000. *Economía Mexicana*, X(2), 363–390.

- Hernández Trillo, O., Fausto y Escarpulli López. (2001b). La crisis bancaria mexicana: Un modelo de duración y riesgo proporcional. *El Trimestre Económico*, 68(272(4)), 551–601.
- Kodde, D. A., y Palm, F. C. (1986). Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, 54(5), 1243-1248. Descargado de <http://www.jstor.org/stable/1912331>
- Kristjanpoller, O., W. y Saavedra. (2014). La eficiencia técnica de los bancos durante la crisis. caso aplicado a la rentabilidad de la banca comercial en México y Chile. *Contaduría y Administración*, 59(1), 95–122.
- Kumbhakar, S. C., y Lovell, C. K. (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge university press.
- Lozano-Vivas, A. (1998a). Efficiency and technical change for Spanish banks. *Applied Financial Economics*, 8(3), 289–300.
- Lozano-Vivas, A. (1998b, 06). Efficiency and technical change for Spanish banks. , 8, 289-300.
- Rodríguez, W. K., y Rodríguez, O. S. (2014). La eficiencia técnica de los bancos durante la crisis caso aplicado a la rentabilidad de la banca comercial en México y Chile. *Contaduría y Administración*, 59(1), 95 - 122. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0186104214712458> doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71245-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71245-8)
- Souza Filho, H., Sousa, M., Buainain, M., Silveira, J., y Magalhães, M. (2004, 02). Land reform in Brazil: A stochastic frontier production efficiency evaluation. , 49.

# Apéndice

Figura 1: Crecimiento anual promedio de la Captación

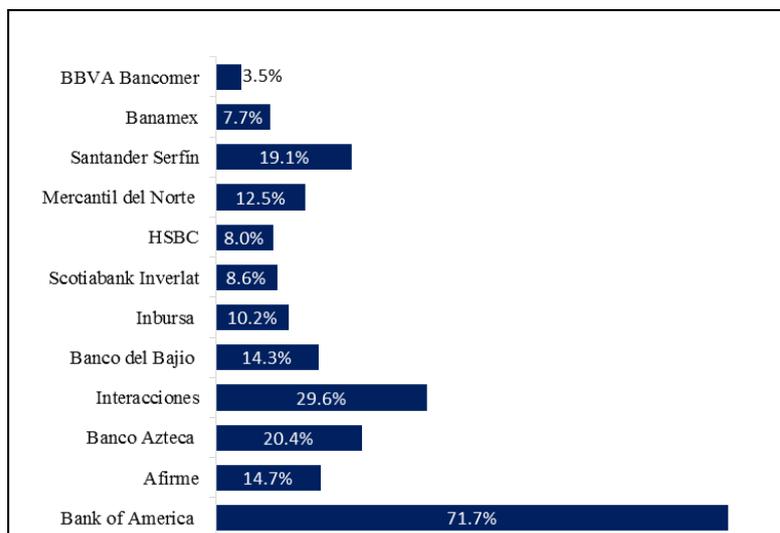


Figura 2: Crecimiento anual promedio de los Activos

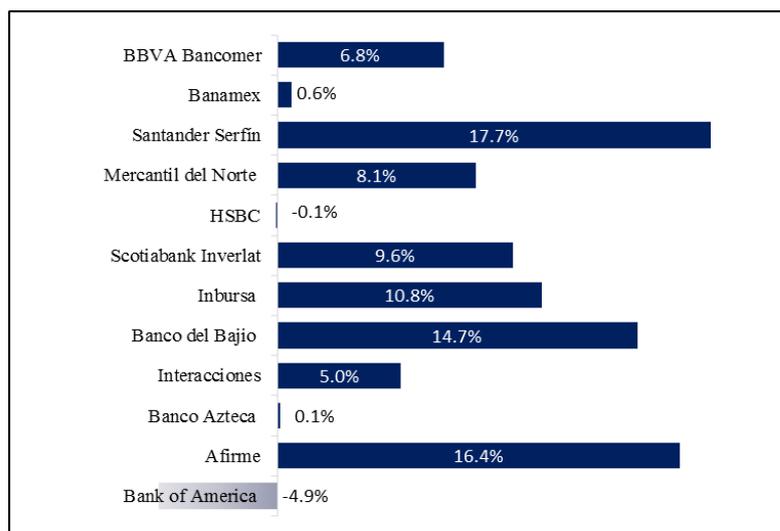


Figura 3: Crecimiento anual promedio del No. de trabajadores

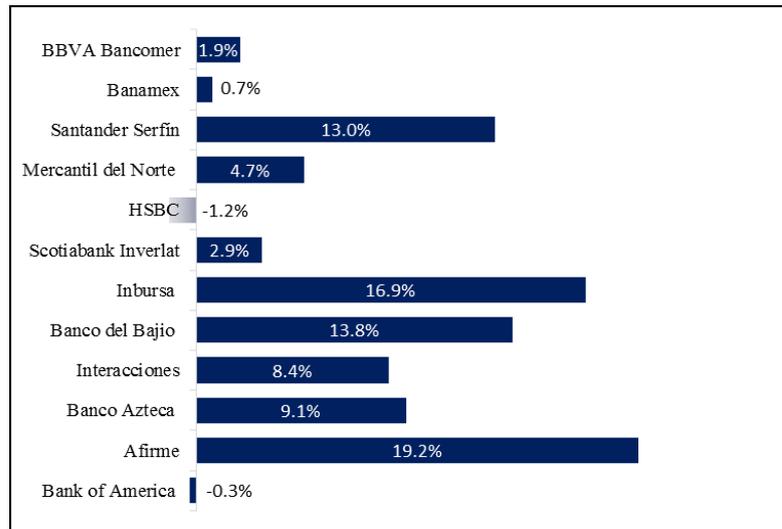


Figura 4: Crecimiento anual promedio del No. de sucursales

