

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA

Disertación de grado previa a la obtención del título de Economista

***Eficiencia técnica de los bancos del Ecuador y sus
determinantes durante el período de 2015-2019***

Camila Andrea Apolo Cárdenas

camilaapolo91@gmail.com

Director: PhD. Edwin Vladimir Buenaño Hermosa

evbuenano@puce.edu.ec

Quito, marzo de 2022

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo estimar la eficiencia técnica de los bancos del Ecuador para el periodo 2015-2019 y establecer los determinantes de dicha eficiencia. En una primera etapa, se empleó el modelo no paramétrico Data Envelopment Análisis (DEA) con Retornos Variables a Escala (VRS) con el fin de estimar la eficiencia técnica de los bancos privados ecuatorianos, utilizando como inputs a los gastos de operación y los gastos de intereses, y como outputs a los depósitos, los préstamos, los ingresos provenientes de interés y los ingresos no provenientes de interés. La eficiencia técnica en promedio se ubicó en 96,72% para el periodo de estudio, variando de 96,17% a 97,45% en el 2015 y 2019, respectivamente. Por lo que, bancos privados tales como el Banco de Guayaquil, el Banco del Pacífico, el Banco Pichincha, el Banco Citibank, el Banco Internacional, el Banco de Loja, el Banco del Litoral, el Banco DelBank y el Banco Codesarrollo resultaron ser los más eficientes durante el periodo analizado, mientras que el Banco del Austro, el Banco General Rumiñahui, el Banco de Machala, el Banco ProCredit, el Banco FINCA y el Banco D-Miro, fueron los menos eficientes. En la segunda etapa, se aplicó el modelo econométrico Tobit para encontrar los principales determinantes de la eficiencia técnica. Los resultados del modelo arrojaron que la Rentabilidad sobre Activos (ROA) y la cuota de mercado tienen un efecto positivo y significativo sobre la estimación de la eficiencia técnica. Por otro lado, el riesgo de crédito, el tamaño del banco y la concentración del mercado presentan una significancia negativa como determinantes de la eficiencia técnica.

Palabras claves: *Eficiencia técnica, Data Envelopment Análisis (DEA), Retornos Variables a Escala (VRS), Modelo Tobit, bancos ecuatorianos.*

Abstract

This research aims to estimate the technical efficiency of Ecuadorian banks from 2015 to 2019, and to establish the efficiency determinants. In the first stage, the non-parametric model Data Envelopment Analysis (DEA) with Variable Returns to Scale (VRS) was used to estimate the technical efficiency of Ecuadorian private banks, using operating expenses and interest expenses as inputs, and deposits, loans, interest income and non-interest income as outputs. The technical efficiency on average was 96.72% during the study period, varying from 96.17% to 97.45% in 2015 and 2019, respectively. Therefore, private banks such as Banco de Guayaquil, Banco del Pacífico, Banco Pichincha, Banco Citibank, Banco Internacional, Banco de Loja, Banco del Litoral, Banco DelBank and Banco Codesarrollo have been found to be efficient during the analyzed period, while Banco del Austro, Banco General Rumiñahui, Banco de Machala, Banco ProCredit, Banco FINCA and Banco D-Miro that account for 27.27% of all banks, are inefficient. In the second stage, the Tobit econometric model was applied to find the main determinants of technical efficiency. The results of the model showed that Return on Assets (ROA) and market share have a positive and significant effect on the estimation of technical efficiency. On the other hand, credit risk, bank size and market concentration have a negative significance as determinants of technical efficiency.

Keywords: *Technical efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), Variable Returns to Scale (VRS), Tobit model, Ecuadorian banks.*

Eficiencia técnica de los bancos del Ecuador y sus determinantes durante el período de 2015-2019

Resumen	2
Abstract	3
Eficiencia técnica de los bancos del Ecuador y sus determinantes durante el período de 2015-2019	4
Índice de gráficos.....	7
Índice de tablas	7
Índice de abreviaciones.....	8
Introducción.....	9
Metodología del Trabajo.....	12
Preguntas de Investigación	12
Pregunta General.....	12
Preguntas Específicas.....	12
Objetivos de Investigación.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Tipo de Investigación.....	12
Técnicas de Investigación	12
Fuentes de Información.....	13
Procedimiento Metodológico.....	13
1. Marco Teórico.....	14
1.1. Fundamentos teóricos.....	14
1.1.1. Teoría de la firma	14
1.1.2. Conceptos sobre la eficiencia	18
1.1.3. Determinantes de la eficiencia técnica.....	20
1.2. Revisión de la literatura.....	23
1.2.1. Estudios de eficiencia técnica internacionales	23

1.2.2.	Estudios de eficiencia técnica nacionales	25
2.	Metodología.....	27
2.1.	Métodos no paramétricos	27
2.1.1.	Método Data Envelopment Approach (DEA).....	28
	Variables del Modelo DEA.....	35
2.2.	Modelo econométrico Tobit	36
	Variables de Modelo Tobit	38
3.	Eficiencia técnica de los bancos privados del Ecuador.....	41
3.1.	Contexto del Sistema Bancario ecuatoriano	41
3.1.1.	Sistema Financiero Nacional (SFN).....	41
3.1.2.	Depósitos.....	43
3.1.3.	Gastos de operación y de interés	45
3.1.4.	Préstamos	47
3.1.5.	Ingresos provenientes y no provenientes de interés	48
3.2.	Modelo de Eficiencia DEA	50
3.2.1.	Resultados del DEA	50
4.	Determinantes de la eficiencia técnica de los bancos privados del Ecuador.....	56
4.1.	Estadísticos de las variables del modelo Tobit	56
4.2.	Resultados del Tobit.....	58
	Determinantes de la eficiencia técnica	59
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	62
5.1.	Conclusiones	62
5.2.	Recomendaciones.....	64
	Referencias bibliográficas.....	65
	Anexos.....	72
	Anexo 1. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo DEA (2015-2019)	72
	Anexo 2. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2015-2019)	72
	Anexo 2.1. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2015).....	72
	Anexo 2.2. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2016).....	73

Anexo 2.3. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2017).....	73
Anexo 2.4. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2018).....	74
Anexo 2.5. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2019).....	74
Anexo 3. Gráfico de barras de veces que banco eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2015-2019).....	75
Anexo 3.1. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2015)	75
Anexo 3.2. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2016)	75
Anexo 3.3. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2017)	76
Anexo 3.4. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2018)	76
Anexo 3.5. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2019)	77
Anexo 4. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo Tobit (2015-2019).....	77
Anexo 5. Resultados de la estimación del modelo Tobit con efectos aleatorios para los bancos privados ecuatorianos (2015 y 2019)	78
Anexo 6. Test de Hausman para los modelos Tobit con efectos fijos y aleatorios para los bancos privados ecuatorianos (2015 y 2019)	78
Anexo 7. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos con variables seleccionadas (A) (2015-2019).....	79
Anexo 8. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (2015-2019)	79
Anexo 8.1. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (B) (2015-2019) en programa R	79
Anexo 8.2. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (B) (2015-2019) en programa Stata	80

Índice de gráficos

Gráfico 1. Eficiencia Técnica y Asignativa	18
Gráfico 2. Mapa Teórico Relevante	22
Gráfico 3. Evolución de los depósitos del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)	44
Gráfico 4. Evolución de los depósitos a la vista y a plazo del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)	45
Gráfico 5. Evolución de los gastos de operación del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)	46
Gráfico 6. Evolución de los gastos provenientes de interés del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)	47
Gráfico 7. Evolución de los préstamos del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)	48
Gráfico 8. Evolución de los ingresos provenientes y no provenientes de interés del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD).....	49
Gráfico 9. Entidades bancarias privadas técnicamente eficientes e ineficientes por año del periodo 2015-2019 (en porcentaje)	53
Gráfico 10. Entidades bancarias satisfactorias y no satisfactorias técnicamente eficientes en promedio del periodo 2015-2019 (en porcentaje)	54
Gráfico 11. Eficiencia técnica promedio del Sector bancario privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en puntaje).....	55
Gráfico 12. Matriz de dispersión y correlación de las variables del modelo Tobit (2015-2019).	57

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización y descripción de variables del modelo no paramétrico DEA.....	35
Tabla 2. Operacionalización y descripción de variables del modelo econométrico Tobit	39
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo DEA del periodo 2015-2019 (en millones de USD)	50
Tabla 4. Puntajes de eficiencia técnica para cada entidad bancaria privada ecuatoriana con Modelo DEA VRS (2015-2019)	51
Tabla 5. Estadísticos descriptivos de los determinantes de la Eficiencia Técnica (2015-2019).	57
Tabla 6. Test de Hausman para los modelos Tobit con efectos fijos y aleatorios para los bancos privados ecuatorianos (2015-2019).....	58
Tabla 7. Resultados de los modelos Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (2015-2019)	59

Índice de abreviaciones

BCC: Modelo DEA de Banker, Charnes y Cooper (1984)

BCE: Banco Central del Ecuador

CCR: Modelo DEA de Charnes, Cooper y Rhodes (1978)

CPP: Conjunto de posibilidades de producción

CRS: Retornos Constantes a Escala

DEA: Data Envelopment Approach/Análisis Envolverte de Datos

DFA: Distributional Free Approach

DMU: Decisión Making Unit

EA: Eficiencia Asignativa

EE: Eficiencia Económica

EMP: Escala máxima de productividad

ET: Eficiencia Técnica

ETP: Eficiencia Técnica Pura

ETT: Puntaje de Eficiencia Técnica

ES: Eficiencia a Escala

FE: Efectos Fijos (*Fixed Effects*)

FDH: Free Disposal Hull

FPP: Frontera de posibilidades de producción

LR test: *Likelihood Ratio test*

PIB: Producto Interno Bruto

RE: Efectos Aleatorios (*Random Effects*)

ROA: Rentabilidad sobre los Activos (*Return on Assets*)

SFN: Sistema Financiero Nacional

VRS: Retornos Variables a Escala

Introducción

Estudios recientes demuestran que la eficiencia es un factor trascendental para la competitividad en el sector bancario, debido a sus ventajas competitivas y costos más bajos que presentan los bancos eficientes frente aquellos que no lo son (Ybarra, 2016). Por lo que, la estimación de la eficiencia y sus determinantes son clave para evaluar el desempeño de los bancos, conocer con exactitud los esfuerzos que debe realizar el sector bancario para llegar a un mayor nivel de eficiencia, y realizar un seguimiento que permita sugerir mejoras en los servicios que proporcionan a la sociedad.

A nivel mundial, el sector bancario juega un rol importante en la asignación de los recursos financieros en la economía (Ahmad, 2016). En efecto, los bancos son intermediarios financieros y encargados de canalizar los recursos entre ahorradores y demandantes de capital, al facilitar la transferencia de recursos entre los diferentes actores económicos de diversas actividades productivas, de consumo, entre otras, con objetivos de carácter público, privado o de beneficio social (Martínez & Ríos 2017). Por ende, es trascendental determinar qué tan eficientes son las instituciones financieras en el uso de recursos para obtener productos o servicios bancarios, y así cumplir con los requerimientos de la globalización y de mercados más competitivos.

Según Lovell (1993, citado por Peretto, 2016) existen dos razones fundamentales para medir la eficiencia. En primer lugar, dicha medida constituye un indicador de éxito, ya que es una medida de rendimiento para evaluar unidades productivas. En segundo lugar, sólo midiendo la eficiencia es posible identificar causas que permitan implementar políticas destinadas a mejorar el desempeño. Esta investigación enfoca su estudio en la eficiencia técnica, ya que es una medida principal del desempeño organizacional. Esto quiere decir, si el banco tiene problemas en la eficiencia técnica, disminuye sus cocientes financieros en caso de que el banco no responda ante ellos.

Dentro de la industria bancaria, para medir la eficiencia se utilizan cocientes o ratios financieros que se enfocan en determinados aspectos del sector, ya que estos únicamente relacionan un único input y output bancario, es decir, suelen ser medidas de eficiencia parcial (Peretto, 2016). Por ende, estos ratios presentan limitaciones ya que no permiten identificar las fuentes de mejora para disminuir la ineficiencia, no evalúan de manera global los inputs empleados para producir los outputs y no consideran las economías a escala. Adicionalmente, Berger (1993) ratifica que estos coeficientes dan un mismo peso ponderado a los activos independientemente de su costo, al no poseer la capacidad de controlar los inputs y outputs bancarios.

Debido a las limitaciones que presentan estos ratios, la presente investigación emplea el modelo no paramétrico de Análisis Envolvente de Datos (DEA) con naturaleza multiproducto, lo que permite analizar y relacionar múltiples inputs, para producir múltiples outputs. En una segunda fase, se analizan

los determinantes de dicha eficiencia mediante un modelo de datos censurados Tobit que permite explicar las causas de las ineficiencias y así proveer acciones correctivas, a fin de mejorar la asignación de recursos.

La importancia de esta investigación radica en contribuir a la literatura empírica sobre eficiencia en la banca ecuatoriana del periodo 2015-2019, en primer lugar, por medio de la obtención de información trascendental para la toma de decisiones de los bancos basados en una medida global y multidimensional. Por lo que, los puntajes de eficiencia técnica pueden ayudar a monitorear la gestión y retroalimentar la estrategia de la organización de acuerdo a las ineficiencias encontradas. Además, al estimar la eficiencia técnica para los bancos ecuatorianos, se identifican a las unidades con mejores prácticas y se evalúan el potencial de mejora de los bancos ineficientes.

En segundo lugar, Berger et al. (2004) encontraron una relación positiva entre un sistema financiero eficiente y los beneficios para la economía real. Por lo que la banca eficiente es una de las condiciones para el crecimiento económico. Claus et al. (2004) afirman que la importancia de aumentar la eficiencia técnica bancaria se basa en el mejor manejo de recursos y de la intermediación bancaria para producir outputs con menores costos a los usuarios del sistema, lo cual estimula el crecimiento económico. Así, los hacedores de política pública diseñan instrumentos que mejoren la eficiencia para generar crecimiento en el país o región.

En tercer lugar, las autoridades pueden encontrar útil esta investigación de eficiencia técnica para mejorar la supervisión del sector bancario en base a conocimientos más profundos sobre el desempeño de los bancos, y así impulsar a que las entidades bancarias ineficientes logren llegar al óptimo de eficiencia. Incluso, la eficiencia técnica como medida multidimensional obtenida mediante el DEA y sus determinantes ayudan a los inversores y analistas a tomar decisiones de sus inversiones en base a los resultados.

Ante la relevancia del sector bancario sobre la economía, a nivel internacional existen diversos estudios sobre la eficiencia bancaria y sus determinantes (Jackson y Fethi, 2000; Pasiouras, 2008; Kumar y Gulati, 2009; Aboagye, Gemegah y Saka, 2012; Almanza, 2012; Garza, 2012; Güneş y Yilmaz, 2016; Peretto, 2016; Lema, 2017). Sin embargo, en el Ecuador, el problema ha sido menos analizado. Autores como Riofrio (2017) han realizado estudios para medir la eficiencia de las cooperativas y de los bancos, mediante la metodología no paramétrica del DEA en el periodo 2011-2016. Otros autores han empleado métodos paramétricos para la estimación de la eficiencia, como Buenaño (2004) que mide la eficiencia X y la eficiencia a escala en la banca ecuatoriana por medio del Distributional Free Approach (DFA), donde encuentra altos niveles de eficiencia en costos en la banca siendo la principal fuente de ineficiencia, las ineficiencias X. Adicionalmente, Tenesaca, Villanueva y Zulema (2017) estudiaron la estabilidad y la eficiencia a través de indicadores bancarios del 2003-2016, no obstante, este estudio incluye cocientes financieros como indicadores de eficiencia, que son medidas

de eficiencia parcial y no multidimensional. Si bien se han realizado estudios sobre la estimación de la eficiencia en el sector, de la revisión efectuada, no se encontraron investigaciones para el caso ecuatoriano donde se haya combinado las técnicas para calcular la eficiencia y encontrar sus determinantes. Además, el análisis complementa a la literatura financiera ecuatoriana existente al cubrir el periodo 2015-2019, previo a la ocurrencia de la pandemia del Covid-19.

El documento se estructura de la siguiente manera. En el primer Capítulo, se tratan los aspectos teóricos que sirven como marco de referencia para el presente trabajo; se examinan los fundamentos teóricos, y se revisa la literatura internacional y nacional de los modelos DEA y Tobit. En el segundo Capítulo, se describe la metodología empleada para el modelo no paramétrico DEA y el modelo econométrico Tobit, analizando las variables empleadas en cada modelo. El tercer Capítulo, se enfoca en el Sistema Bancario ecuatoriano y se analiza la evolución de los principales indicadores del sistema de bancos privados en el periodo 2015-2019, con información obtenida en la Superintendencia de Bancos del Ecuador. En dicho capítulo, se presentan los resultados de la estimación de la eficiencia técnica para los bancos ecuatorianos a través del modelo DEA VRS. En el cuarto Capítulo, se desarrollan estadísticas descriptivas sobre las variables a emplear en el Modelo Tobit y se exponen los resultados de los determinantes de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos para el periodo de análisis. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones en el quinto Capítulo, en base a los resultados anteriormente obtenidos.

Metodología del Trabajo

Preguntas de Investigación

Pregunta General

¿Cuál ha sido la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos durante el período 2015-2019?

Preguntas Específicas

1. ¿Cuál es la estimación de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos, mediante el método DEA, durante el período 2015-2019?
2. ¿Cuáles han sido los determinantes de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos, mediante el método Tobit, durante el período 2015-2019?

Objetivos de Investigación

Objetivo General

Determinar la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos durante el período 2015-2019.

Objetivos Específicos

1. Estimar la medida de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos, mediante el modelo DEA, durante el período 2015-2019.
2. Establecer los determinantes de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos, mediante el modelo Tobit, durante el período 2015-2019.

Tipo de Investigación

La presente investigación emplea la metodología cuantitativa de tipo correlacional, ya que el estudio se basa en datos cuantitativos para medir la relación entre variables financieras, con el fin de obtener la medida de la eficiencia técnica y relacionarla con sus determinantes en la banca del Ecuador. El análisis de la investigación corresponde a un periodo más actualizado que comprende el periodo 2015-2019.

Técnicas de Investigación

En el presente estudio se utiliza la técnica de investigación deductiva, a partir de teorías neoclásicas aplicadas al sector bancario del Ecuador, por medio de la medición de la eficiencia técnica y sus determinantes. Es decir, parte de lo general con la teoría neoclásica y sus leyes, y llega a lo particular al obtener la medida de la eficiencia técnica y sus determinantes a través de los datos de los bancos privados ecuatorianos.

Fuentes de Información

La información del estudio proviene de los Boletines Financieros de los bancos privados, pertenecientes a la Superintendencia de Bancos del Ecuador de diciembre del periodo 2015-2019. Con dicha información, se realiza un panel de datos de 22 instituciones bancarias privadas del Ecuador. Así, la información de las variables financieras se obtiene de la Superintendencia de Bancos, así como de la Asociación de Bancos del Ecuador (Asobanca).

Procedimiento Metodológico

En el presente estudio se ha visto conveniente emplear la metodología de la investigación cuantitativa y estructurada en dos etapas. En la primera etapa, se emplea el método no paramétrico de *Distribution Envelopment Approach* (DEA) para estimar la eficiencia técnica relativa de los bancos privados del Ecuador. Para el análisis del DEA, se considera el modelo de Retornos Variables a Escala (VRS) (Banker et al., 1984; Sufian, 2007; Sharma, 2012; Peretto, 2016). Dicho método permite comparar los niveles de eficiencia relativos con sus mejores pares de la frontera, y analizar así las diferencias en eficiencia técnica entre las instituciones bancarias. En una segunda etapa, se genera el modelo de datos censurados Tobit para obtener sus determinantes y explicar las fuentes de la eficiencia para potenciarlas en el sistema bancario ecuatoriano. Estas dos etapas han sido utilizadas, en otros contextos, por autores como Jackson y Fethi (2000), Pasiouras (2008), Kumar y Gulati (2009), Aboagye et al. (2012), Garza (2012) y Lema (2017).

1. Marco Teórico

En el siguiente Capítulo, se analizan aspectos teóricos que sirven de marco de referencia para el presente trabajo. En primer lugar, se realiza una breve revisión de la teoría de la firma, con particular enfoque en la empresa. En segundo lugar, se trata conceptos relevantes de la investigación acerca de la eficiencia, así como una concisa descripción de la teoría del sistema bancario. Finalmente, se revisan las teorías principales y literatura previa acerca de la medición de eficiencia y sus determinantes del sistema financiero bancario.

1.1. Fundamentos teóricos

La eficiencia de las instituciones financieras es un tema de interés en el mundo, y su literatura ha aumentado durante la última década (Quintero, et al., 2006). Dado que este estudio busca estimar la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos, en una primera fase, se realiza dicha aproximación a través del método no paramétrico Análisis Envolvente de Datos (DEA), y en la segunda fase, se ha optado por el modelo Tobit para obtener los determinantes de dicha eficiencia. A continuación, se presenta una revisión de los conceptos básicos tratados en el desarrollo de la investigación.

La eficiencia, desde la teoría de la firma, se divide en la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. En la teoría neoclásica, la producción supone eficiencia técnica total. El concepto de la eficiencia técnica se basa en la descripción de la tecnología de producción, la cual se representa en isocuantas, funciones de producción y funciones de utilidad o de costo (Kalirajan & Shand, 1999).

El método más usado para medir la eficiencia técnica es la función de producción. Dada la función de producción, se define la unidad isocuanta como el input por unidad de output asociado a la forma más eficiente de producir output. La desviación de esta curva isocuanta se considera como ineficiencia técnica de las firmas. La estimación la isocuanta se usa a través de funciones convexas (Farrell, 1957).

1.1.1. Teoría de la firma

La teoría de la firma se basa en que las firmas toman diferentes decisiones en los mercados, en un proceso donde buscan maximizar sus beneficios, escogiendo sus inputs y sus outputs para maximizar dichos beneficios a través de la función de producción, el cual es un postulado de la teoría neoclásica. (Holmstrom & Tirole, 1989). Ciertamente, la firma y sus gerentes tienen como objetivo obtener el mayor beneficio económico posible.

Función de Producción

Las empresas tienen como uno de sus objetivos principales convertir los factores en bienes (Nicholson, 2005). “La función de producción está basada en el máximo output que puede ser producido a través de un conjunto específico de inputs, dado una tecnología existente disponible de las firmas” (Batiese, 1992, pp. 185-208). Es decir, las posibilidades tecnológicas de una firma constan en la función de producción, así como los inputs que se van a volver outputs por medio del proceso de producción. Entre los inputs se encuentran el capital, el trabajo, la tecnología y otros recursos productivos. Analíticamente, la función de producción de manera general se la representa como:

$$q = f(x)$$

Donde q es el output y x es un vector $N \times 1$ de inputs $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$. Así mismo, la función de producción de la empresa con los factores de producción y bienes es la siguiente:

$$q = f(k, l)$$

Donde, q es la cantidad máxima que se puede obtener con las diferentes combinaciones de k y l , siendo k el capital y l el trabajo (Nicholson, 2005). A continuación, se explican las propiedades de la función de producción.

Propiedades de la función de producción

Conforme a Coelli (2005), la función de producción cumple las siguientes propiedades. La primera propiedad es la no negatividad, donde el valor de $f(x)$ no negativo, un número real y finito. La segunda propiedad es la esencialidad débil, la cual establece que para que la producción de un output sea positiva, al menos debe usarse un input, sino es imposible.

La tercera propiedad es la monotonicidad o no decreciente en x , es decir, que por cada unidad de input no va a decrecer el output. Formalmente, $x^0 \geq x^1$, entonces $f(x^0) \geq f(x^1)$. Dicha propiedad implica que todos los outputs marginales son no negativos, si la función de producción es continuamente diferenciable.

Finalmente, la propiedad de concavidad o cóncava en x , donde cualquier combinación lineal entre los vectores $x^0 \geq x^1$ producirán un output que no es menor que la misma combinación lineal de $f(x^0)$ y $f(x^1)$. La concavidad considera que todos los productos u outputs marginales son no crecientes (ley de rendimientos marginales decrecientes), si la función de producción es continuamente diferenciable. Cabe señalar que no todas estas propiedades se cumplen porque hay flexibilización de los supuestos.

Retornos a escala

Cuando se aumenta todos los inputs de la función de producción por una cantidad t , se espera obtener cambios en el output, estos retornos pueden ser (Varian, 2014):

Constantes a escala, cuando se aumenta t inputs y se obtiene t outputs, para todo $t > 1$. Matemáticamente,

$$tf(x_1, x_2) = f(tx_1, tx_2)$$

Crecientes a escala (economías de escala), cuando se aumenta todos los inputs en t cantidad y resulta en más de t outputs, para todo $t > 1$.

$$tf(x_1, x_2) > f(tx_1, tx_2)$$

Decrecientes a escala (deseconomías de escala), cuando se aumentan los inputs en t cantidad y se da en menos de t outputs, para todo $t > 1$.

$$tf(x_1, x_2) < f(tx_1, tx_2)$$

Frontera de posibilidades de producción

La Frontera de posibilidades de producción (FPP) define la relación entre el input y el output. Representa el máximo output perteneciente a cada nivel de input. Por lo que representa el estado recurrente de tecnología de la industria. Si la firma opera en dicha frontera tiene eficiencia técnica, si está por debajo no tiene (Coelli et al., 2005).

Según Varían (2014), el conjunto de posibilidades de producción (CPP) se denomina frontera de posibilidades de producción, el cual muestra las diferentes combinaciones de los inputs que se puede producir con cantidades fijas de factores, si se lo realiza con eficiencia. “Este conjunto mide el conjunto de outputs que son factibles dados la tecnología y la cantidad de inputs” (Varian, 2014, pp. 646). Por ende, el conjunto de todas estas combinaciones se denomina conjunto de producción. Su forma depende de la naturaleza de las tecnologías usadas en la producción. Finalmente, la tasa marginal de transformación es la pendiente de este conjunto de posibilidades de producción.

De acuerdo a Coll y Blasco (2006), el conjunto de posibilidades de producción es un conjunto de procesos productivos tecnológicamente factibles, donde se desconoce la tecnología. Por lo que se emplean combinaciones de inputs y outputs observados para la construcción de dicho conjunto.

Un proceso productivo emplea niveles de inputs $x \in \mathbb{R}_+^m$, que se utilizan para producir niveles de outputs $y \in \mathbb{R}_+^s$. Según los autores, Coll y Blasco (2006), el conjunto de procesos productivos que definen el CPP, formalmente, $P = \{(x, y) | x \in \mathbb{R}_+^m \text{ que producen } y \in \mathbb{R}_+^s\}$, cumple los siguientes supuestos:

En primer lugar, el supuesto de no free lunch menciona que no producir nada es tecnológicamente posible, $(0,0) \in P$. En segundo lugar, el supuesto de convexidad, el cual afirma si dos procesos productivos son parte del CPP, todas las combinaciones lineales convexas de igual manera. Matemáticamente, si $(x, y), (x', y') \in P, \alpha \in [0,1]$, entonces $\alpha(x, y) + (1 - \alpha)(x', y') \in P$. Los dos supuestos implican que la producción ineficiente puede ser posible.

En tercer lugar, el supuesto de versión estricta de eliminación gratuita de inputs establece que cada unidad productiva DMU puede producir la misma cantidad de output, empleando una mayor cantidad de cualquier input. Por lo que, se puede eliminar el exceso de inputs con un coste cero; si $(x, y) \in P, x' \geq x$, entonces $(x', y) \in P$. En la versión débil, se puede mantener el nivel de output, pero debe haber un aumento en la misma proporción en la cantidad utilizada de todos los inputs; si $(x, y) \in P$, entonces $(\alpha x, y) \in P, \alpha \geq 1$.

En cuarto lugar, el supuesto de eliminación gratuita de los outputs constata que es posible producir una cantidad menor de cualquier output empleando las mismas cantidades de inputs, a coste cero; si $(x, y) \in P, y' \leq y$, entonces $(x, y') \in P$. La versión débil afirma que se puede disminuir en la misma proporción todos los outputs, empleando el mismo vector de inputs. Si $(x, y) \in P$, entonces $(x, y\alpha^{-1}) \in P, \alpha \geq 1$.

Finalmente, el supuesto de rendimientos a escala constantes, donde se puede modificar la escala de la actividad de cualquier proceso productivo perteneciente a P . Matemáticamente, si $(x, y) \in P$, entonces $(\alpha x, \alpha y) \in P, \forall \alpha \geq 0$.

Medida de la eficiencia

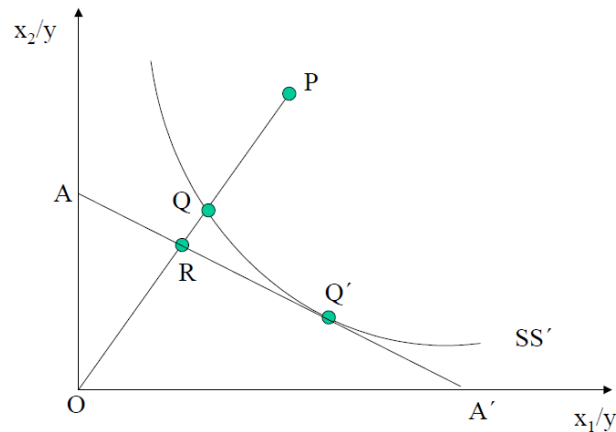
La frontera de eficiencia puede contar para múltiples inputs como lo explica Farrell (1957). Dicho autor propone que la eficiencia, dividida en eficiencia técnica y asignativa, se basa en que la firma produzca cuantos más outputs sea posible dado un conjunto de inputs.

La suposición de Farrell (1957) considera que existen retornos constantes a escala (CRS) y que la función de producción es conocida, lo que permite que se obtenga output de una firma perfectamente eficiente dado cualquier combinación de inputs o factores de producción $(x_{1,2}/ y)$. La isocuanta SS' representa estas combinaciones de los dos factores para producir una unidad del output y permite la medición de la eficiencia técnica de cada firma (ver Gráfico 1).

El punto Q representa un firma eficiente usando dos factores en el mismo ratio que P , donde la distancia de QP es la eficiencia técnica. El output de la firma P puede ser producido usando una fracción $\frac{OQ}{OP}$ como se tenga de cada factor. Por otro lado, puede ser visto como producir $\frac{OP}{OQ}$ veces el output con los mismos inputs. Entonces, $\frac{OQ}{OP}$ es la eficiencia técnica de cada firma P , cuyo valor es la unidad o

100%. Cuanto más SS' tenga una pendiente negativa, el incremento del input por unidad de output de un factor implicará menor eficiencia técnica, ceteris paribus.

Gráfico 1. Eficiencia Técnica y Asignativa



Fuente: Coelli (2005)

Si el input de precios es conocido, entonces se puede calcular la eficiencia asignativa con el ratio $\frac{OR}{OQ}$ o también conocido como el precio de eficiencia de Q , y RQ es la reducción del costo de producción en el punto de eficiencia asignativa (y técnica) Q' , en lugar de la ineficiencia asignativa en el punto Q . La eficiencia económica (EE) es el ratio $\frac{OR}{OP}$, donde RP es la reducción del costo de que una firma en P se mueve a R , lo cual es imposible debajo de la isocuanta. Existen dos formas de aproximar la función de producción; la aproximación paramétrica y no paramétrica, que se revisan en la Capítulo 2 de Metodología.

Por lo tanto, los términos claves a tratar en el presente estudio se basan en la teoría de la firma dentro de la teoría neoclásica, donde se maneja los conceptos de la función de producción, con inputs y outputs a maximizar. La investigación se centra en la eficiencia técnica, la cual es la capacidad de una unidad económica, en este caso la banca, para producir el output máximo posible con los inputs dados, que conjuntamente con la eficiencia asignativa conlleva la eficiencia económica (Coelli et al., 2005). Otro concepto en el cual se focaliza el estudio es la frontera de producción, la cual se emplea para comparar la eficiencia técnica entre diferentes entidades bancarias.

1.1.2. Conceptos sobre la eficiencia

Eficiencia

Farrell (1957), fue quien aplicó el concepto de eficiencia a una firma o sector industrial a través de una frontera de producción, influenciado en Charnes, el cual desarrolló el *Data Envelopment Analysis*, al continuar con los trabajos de Farrell. El autor afirma que la eficiencia se divide en eficiencia técnica

y de asignación, y compara los inputs empleados y los outputs obtenidos, en relación con los valores óptimos.

Según Andrade (2005), la eficiencia es definida como “la expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos”. En base a lo considerado, existe una relación entre los inputs y los outputs, es decir, los recursos utilizados y los resultados. Donde, una firma es eficiente si no hay otra manera de producir más con la misma cantidad de factores productivos.

Eficiencia técnica

La eficiencia técnica (ET) o de procesos, fue formalizada por Koopmans (1951) y se refiere a la habilidad de una firma para reducir en lo posible la proporción de sus inputs dado cierto nivel de output, obteniendo así la eficiencia del uso de los inputs. Por su parte, Farrell (1957) considera a la eficiencia técnica como aquella capacidad de la firma para obtener el máximo output de un conjunto de inputs dados. Coelli (2005) la define también como la capacidad de una unidad económica para producir el máximo posible, dado un conjunto de inputs y/o la habilidad de una organización de obtener el máximo nivel de producción con unos recursos dados. Estos recursos pueden ser logísticos, de infraestructura y de costes de operación en materias primas. Por lo que, al ser una medida principal del desempeño organizacional, el presente estudio se centra en la eficiencia técnica y su estimación para los bancos ecuatorianos.

Eficiencia asignativa

La eficiencia asignativa (EA) o eficiencia precio, se refiere a la capacidad de una unidad económica para escoger un conjunto óptimo de inputs que minimiza el costo de producción, y producir una cantidad determinada de outputs dado los correspondientes precios, (Koopmans, 1951). Farrell (1957) considera que la eficiencia asignativa es una medida de la selección de los insumos para producir determinadas cantidades de outputs, considerando los precios de costo o de producción. En otras palabras, una firma trata de producir lo máximo a partir de una combinación de inputs, que con el mínimo coste de producción, alcanzará un output determinado a unos precios establecidos.

Eficiencia de escala

Coelli (2005, pp.272) contempla la eficiencia de escala (ES) como “la cantidad en la que la productividad puede ser aumentada para obtener el tamaño a escala más productivo. Por ende, para medir la eficiencia a escala se requiere la medida de productividad”.

La eficiencia de escala mide la productividad de una firma en un punto dado, y si esta opera en el tamaño a escala productivo, la productividad promedio llega a su máximo nivel (Kounetas & Tsekouras, 2007).

Eficiencia económica

El concepto de eficiencia tiene diferentes dimensiones ya que es medida por su desempeño económico global. Farrell (1957) afirma que la eficiencia económica (EE) es el producto de la eficiencia técnica (ET) y eficiencia asignativa (EA), donde:

En primer lugar, la eficiencia técnica refleja la habilidad de la firma de obtener el máximo output dado un conjunto de inputs. En segundo lugar, la eficiencia asignativa refleja la habilidad de una firma de usar sus inputs en óptimas proporciones, dados sus respectivos precios y tecnología de producción. (Coelli et al., 2005, p.51)

La eficiencia económica (EE) o eficiencia global, se caracteriza por denotar el estado de la mejor operación de un producto o servicio en el mercado, para lo cual asume un mínimo costo de la producción del bien o servicio, máximo output, máximo superávit de la operación del mercado. Por ende, la EE se da cuando todos los insumos son óptimamente asignados en la mejor manera, mientras se minimiza el desperdicio. Esta eficiencia requiere que no haya otra forma de uso de los recursos que causen un mejor beneficio neto. Por el contrario, la ineficiencia económica es cuando el costo excede su beneficio.

1.1.3. Determinantes de la eficiencia técnica

La información brindada por el DEA se complementa con los determinantes o factores de la eficiencia, que no se consideraron en los inputs de las unidades de toma de decisión (DMUs), y que no se encuentran en el control de las firmas (Seffino & Hoyos, 2018). Uno de los modelos más utilizados en la literatura de los determinantes de la eficiencia y las explicaciones de la ineficiencia es el modelo Tobit. A continuación, se presenta la principal literatura internacional acerca de los determinantes de la eficiencia técnica.

Barth, Caprio y Levine (2004) analizan la relación entre regulación, supervisión bancaria, rendimiento, desarrollo del sector bancario, eficiencia y estabilidad de los bancos de 107 países. Los resultados con respecto a las políticas gubernamentales indican que existe una supervisión y regulación del gobierno excesiva sobre las actividades bancarias. Es decir, si existen restricciones de las actividades bancarias, afectan a la eficiencia, al desempeño y a la estabilidad de los bancos.

Kumar y Gulati (2009) utilizan data de corte transversal para 51 bancos de la banca doméstica de India, utilizando los modelos del DEA con retornos constantes y variables, y el modelo Tobit para el 2006 y 2007. Solo el 15% de los bancos fueron eficientes, y la principal fuente de ineficiencia técnica general fue la ineficiencia administrativa y la rentabilidad. La exposición a actividades fuera de balance y la rentabilidad son los determinantes de la eficiencia técnica general (OTE). Además, compararon la eficiencia entre sector público y sector privado, encontrando que la diferencia no es estadísticamente significativa. Al contrario, las diferencias estadísticas entre los bancos medianos y grandes es significativa con respecto a la eficiencia a escala.

Singh y Fida (2015) obtienen que la ineficiencia a escala es más grande que la ineficiencia técnica pura en los bancos de Oman. Empleando los modelos como DEA y Tobit, algunos determinantes importantes son el logaritmo de los activos totales utilizado como proxy para tamaño del banco, el ratio de adecuación de capital como proxy de adecuación de capital, la división de los préstamos para los depósitos como proxy para liquidez, y el beneficio operativo contra los activos totales como proxy de la rentabilidad. El estudio revela que el tamaño del banco no es significativo, y la rentabilidad y liquidez son variables explicativas significativas.

Lema (2017) examina los determinantes de la eficiencia técnica de los bancos comerciales en Etiopía en el periodo 2011-2014. Para estimar el score de eficiencia técnica utiliza el DEA con enfoque de intermediación y orientación al input, y emplea insumos tales como gasto de interés, gastos de operación y depósitos, y como productos el ingreso por interés, el ingreso no proveniente de interés y los préstamos. Los determinantes los obtiene a través del modelo Tobit, donde encuentra que el nivel de capitalización, el riesgo de liquidez, la Rentabilidad sobre Activos (ROA) y la cuota del mercado tienen efectos positivos y significativos sobre el score de eficiencia técnica.

Adicionalmente, Garza (2012) constata que la eficiencia técnica bancaria en México aumenta para el periodo de 2001-2006, y disminuye radicalmente para el periodo de 2006-2008, recuperándose para el 2008 en adelante. Los gastos no provenientes de interés, los préstamos non-performance y la tasa de inflación son determinantes que reducen la eficiencia técnica bancaria. Mientras que los principales determinantes que aumentan la eficiencia bancaria son la intensidad de los depósitos, el Producto Interno Bruto (PIB) y la propiedad extranjera del capital.

En diversos estudios anteriormente señalados, el tamaño del banco ha tenido una relación positiva y significativa con la eficiencia de la banca (Kumar y Gulati, 2009; Singh y Fida, 2015), es decir, mientras más grandes los bancos más eficientes debido a la cantidad de activos que poseen. Por lo que, el tamaño del banco ha sido usado como indicador de rentabilidad, y se ha detectado una relación entre el tamaño de los activos y la eficiencia de los bancos (Jackson y Fethi, 2000). No obstante, no existe un consenso en los estudios sobre los efectos de la variable tamaño, ya que autores como Singh y Fida (2015) relacionan el tamaño del banco y la eficiencia técnica negativamente, y otros como Garza (2012) y Lema (2017) positivamente. Por último, Drake, Hall y Sumpler (2005) afirman que las variables macroeconómicas y regulatorias tienen efectos en el tamaño de las instituciones financieras.

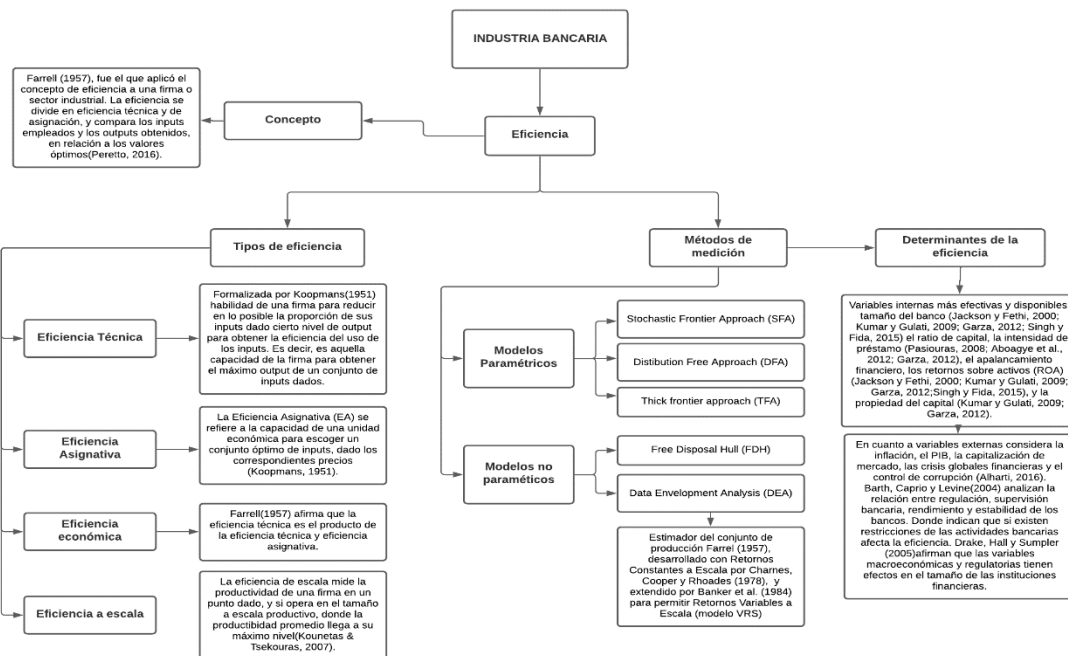
En lo que respecta a la rentabilidad, es un determinante significativo incluido en diversos estudios (Jackson y Fethi, 2000; Kumar y Gulati, 2009; Garza, 2012; Singh y Fida, 2015) siendo una variable explicativa significativa para la eficiencia técnica. El ROA es una variable explicativa de la eficiencia con una relación positiva (Hassan, 2006; Aboagye et al., 2012; Lema, 2017), por lo que con mejores retornos se pueden realizar mejores servicios, aumentando así la eficiencia. Entre otros determinantes se encuentra el margen de interés neto, el cual es calculado como la división del ingreso neto por interés

para las utilidades netas, como indicador de eficiencia operativa (Hassan, 2006). Además, la mayoría de la literatura examina los préstamos para los activos, también llamado como la intensidad del préstamo o riesgo de crédito, como el mayor determinante de eficiencia (Pasiouras, 2008; Aboagye et al., 2012; Garza, 2012).

En resumen, los estudios anteriormente revisados utilizan determinantes tales como el tamaño del banco, las ramas de los bancos, la propiedad del capital, la participación del mercado, la rentabilidad, entre otros. Donde el tamaño del banco, en la mayoría de los casos, tiene un impacto positivo sobre la eficiencia técnica, ya que mientras más grande y rentable el banco presenta mayores niveles de eficiencia. Por el contrario, la participación del mercado y el número de ramas en la mayoría de las investigaciones presentan un signo negativo y son significativos para explicar la eficiencia técnica. En cuanto a la propiedad del capital del banco, su impacto sobre la eficiencia en los estudios varía, siendo este positivo cuando existe propiedad extranjera del capital (Garza, 2012).

El mapa teórico relevante resumiendo lo principal presentado en este capítulo, se encuentra a continuación:

Gráfico 2. Mapa Teórico Relevante



Fuente: Farrell (1957), Koopmans (1951), Barth et al. (2004), Drake et al. (2004) y Tsekouras (2007).

Elaboración: Camila Apolo

1.2. Revisión de la literatura

A continuación, se desarrolla la revisión de literatura tanto a nivel nacional como internacional de estudios referentes a la eficiencia técnica, donde los autores utilizan modelos de Data Envelopment Analysis (DEA) y Tobit para estimar la eficiencia y sus determinantes.

1.2.1. Estudios de eficiencia técnica internacionales

La teoría neoclásica es la teoría general de las siguientes investigaciones puesto que hace referencia a la teoría de la firma y a la eficiencia. Los estudios de eficiencia en bancos han sido desarrollados en varios países. Los autores presentados a continuación comparten la metodología del DEA para estimar la eficiencia técnica y sostienen la importancia del uso de recursos de los bancos de manera eficiente para el desarrollo económico.

Uno de los estudios iniciales acerca de la eficiencia bancaria en los Estados Unidos es el de Berger y Humphrey (1997), donde se analizaron 130 estudios de entidades bancarias de 21 países con 5 diferentes enfoques de frontera. Estas instituciones experimentaron una eficiencia en promedio del 77% aproximadamente. Los autores sostienen que la estimación de eficiencia por métodos no paramétricos (Data Envelopment Analysis DEA, Free Disposable Hull FDH) arrojaron resultados similares a los métodos paramétricos (Stochastic Frontier Approach SFA, Data Frontier Analysis DFA, Thick Frontier Approach TFA). No obstante, dichas medidas de eficiencia, en promedio, eran ligeramente menores en los métodos no paramétricos. Además, sugieren que las estimaciones de la eficiencia media contribuyen más a ser una guía para la política en comparación de los rankings de eficiencia estimada para las firmas o bancos. Finalmente, los autores encuentran que las políticas sobre eficiencia que desregulan las instituciones financieras pueden mejorar o empeorar la eficiencia dependiendo de las condiciones previas de desregulación de la industria.

Desde una perspectiva de evaluación del impacto de la eficiencia bancaria sobre el entorno macroeconómico, Pasiouras (2008) obtuvo evidencia internacional del impacto de las regulaciones, monitoreo privado, seguro de depósitos, actividades bancarias y supervisiones sobre la eficiencia de los bancos para 95 países con 715 bancos en el 2003, utilizando la metodología del DEA con enfoque de intermediación y el modelo Tobit. En cuanto a las características de mercado, el autor establece que un tamaño mayor y menos préstamos de la actividad resulta en mayor eficiencia técnica pura, mientras que la rentabilidad no presenta significancia. Finalmente, se ratifica que para los países la protección de los derechos de propiedad, capitalización del mercado al PIB, reclamaciones de los bancos al PIB, número de ramas, ATMS, presencia de gobierno y de extranjeros en la propiedad, además de concentración, tienen impacto negativo en la eficiencia técnica de los bancos. Adicionalmente, este autor presenta resultados a favor de los pilares de Basilea II, los cuales fomentan la adecuación de capital, el desarrollo de agencias supervisoras y la creación de mecanismos de mercado, donde la última es significativa.

La literatura de los bancos islámicos ha sido ampliamente estudiada por autores como Jackson y Fethi (2000), Güneş y Yilmaz (2016), y Samad (2019). Por un lado, Jackson y Fethi (2000) investigaron el performance del sector de bancos comerciales turcos en 1998, al utilizar la metodología del DEA para la eficiencia técnica individual, y el modelo Tobit para investigar los determinantes de la eficiencia, donde las variables explicativas son el tamaño del banco, el número de ramas, la rentabilidad, la propiedad del capital y el índice de adecuación de capital. Los resultados demuestran que mientras más grande y rentable sea un banco, mayor eficiencia técnica, y mientras mayor índice de adecuación de capital, menor eficiencia por riesgo-adversidad del sector. Por su parte, Güneş y Yilmaz (2016) sostienen que el sector de banca de Turquía ha sido ranqueado como un factor importante de las crisis económicas, por lo que el uso eficiente de sus recursos es fundamental para el crecimiento y desarrollo económico. Para ello, analizan los determinantes de la eficiencia técnica durante el periodo 2007-2013 mediante el modelo Tobit, y obtienen que el tamaño, el riesgo y la calidad de gestión tienen un impacto negativo en la eficiencia técnica del sector, mientras que la cuota de mercado y la rentabilidad tienen efectos positivos.

Finalmente, Samad (2019) encuentra que los bancos islámicos de Bangladesh fueron más eficientes administrativamente que técnicamente utilizando el modelo DEA y el modelo Tobit CAMEL para los años 2008-2012. El autor llega a la conclusión que los bancos islámicos de Bangladesh están dominados por la eficiencia técnica pura más que la eficiencia a escala. El capital fijo y los depósitos fueron usados como inputs y los préstamos y avances, e inversión como outputs de los bancos. En el modelo Tobit, se refleja que los factores positivamente relacionados son el número de ramas del banco y la adecuación de capital. Por otro lado, la mala calidad del préstamo, el tamaño del banco, y la demanda de alta liquidez están negativamente relacionados, lo cual provee implicaciones para la administración de los bancos. Por tanto, Samad (2019) sugiere a los bancos realizar esfuerzos administrativos tanto en los préstamos financieros como en las pérdidas de provisiones de los préstamos, ya que decrecen la eficiencia de los bancos. Al mismo tiempo, el estudio recomienda aumentar las ramas de los bancos para incrementar la eficiencia ya que conlleva mayores depósitos, préstamos y adelantos.

En cuanto a Latinoamérica, se han desarrollado estudios acerca de la eficiencia, aplicando metodología de diversos enfoques y variables sobre todo para Argentina, México, y Colombia. Almanza (2012) utiliza el Data Envelopment Analysis (DEA) para estimar la eficiencia en costos de la banca colombiana y explorar sus determinantes a través del Tobit durante 1999 a 2007; el autor encuentra que la ineficiencia en costos se atribuye a la ineficiencia asignativa. Además, demuestra que el nivel de eficiencia depende de la concentración de mercado, el grado de profundización financiera, la relación de intermediación y el crecimiento económico. De igual manera, Gómez y Ríos (2016) cuantifican la escala de la eficiencia en costos y la eficiencia técnica de los bancos comerciales colombianos con la misma metodología DEA y el modelo Tobit. Sus resultados fueron que los bancos comerciales han

aumentado sus niveles de eficiencia entre los años 2001-2012, y que la gestión de riesgos es importante para la eficiencia de los bancos.

En Argentina, se analiza los estudios de eficiencia de Peretto (2016) y Seffino y Hoyos (2018). Por un lado, Peretto (2016) realiza el estudio de la eficiencia y productividad de la banca argentina del 2001-2010, antes y después de la crisis económica del 2001. Para ello, aplica el DEA con orientación al output y enfoque de intermediación en el estudio transversal, dando resultados de eficiencia promedio del 85% y caídas en la eficiencia para el 2001 y 2009, y el índice DEA-Malmquist para obtener las variaciones en la productividad. Por otro lado, Seffino y Hoyos (2018) utilizan técnicas de DEA con enfoque de producción y frontera estocástica para analizar la evolución de la eficiencia durante el 2004-2006. Donde obtienen que los bancos en promedio son más eficientes en el periodo de análisis. No obstante, a partir del 2010 la eficiencia técnica ha disminuido a pesar de las mejoras tecnológicas. Finalmente, afirman que los bancos con mayor eficiencia técnica son aquellos de mayor tamaño. Sin embargo, los bancos más pequeños son más eficientes en costos

En resumen, la metodología del DEA se ha aplicado a nivel global con sus respectivos enfoques y variables, y se ha complementado con el índice DEA-Malmquist, el modelo econométrico Tobit, entre otros, estudios los cuales constituyen bases para desarrollar el presente tema de la investigación.

1.2.2. Estudios de eficiencia técnica nacionales

En Ecuador, después de la crisis financiera de 1999, el sector bancario ha recuperado la confianza de los depositantes en el tiempo porque los controles sobre la banca privada aumentaron en temas de administración y eficiencia, así como en la competencia en el sistema bancario y sus servicios proporcionados, con el fin de prevenir futuras crisis (Ordóñez, Narváez, & Erazo, 2020). Esto motivó en la última década, a desarrollar investigaciones sobre eficiencia bancaria por parte de Lafuente y Valle (1997), Buenaño (2004), Riofrio (2017), Tenesaca, Villanueva y Zulema (2017), entre otros. Ciertos estudios nacionales han aplicado metodologías no paramétricas como el DEA para la medida de la eficiencia, mas no han implementado modelos econométricos como el modelo Tobit a fin de obtener los determinantes de dicha eficiencia.

Lafuente y Valle (1997) analizan la heterogeneidad de la eficiencia en el sistema bancario y encontraron similitud entre los bancos grandes y medianos al analizar la eficiencia financiera, y estos tendrían ventajas en la eficiencia administrativa debido a que sus egresos operativos, en relación a sus activos, son menores.

Buenaño (2004) emplea métodos paramétricos de DFA (*Distributional Free Approach*) para la estimación de la eficiencia X y la eficiencia a escala en 18 instituciones bancarias de Ecuador del 2000-2003; periodo de post-dolarización. El autor encuentra que existen altos niveles de eficiencia en costos en la banca de 32% en promedio, y la principal fuente de ineficiencias son las ineficiencias X.

Riofrio (2017) estudió la eficiencia técnica del Sistema Bancario y del Sistema Popular y Solidario del Ecuador usando la metodología del DEA con el enfoque de intermediación y orientación al output. El autor demuestra, a través del modelo DEA, que existen niveles muy cercanos al óptimo de eficiencia, tanto en los bancos como las cooperativas de crédito y ahorro ecuatorianos que operaron a niveles superiores de eficiencia de 90% en el periodo 2011-2016. Donde el desempeño de los bancos ecuatorianos en este periodo se ha reducido a nivel individual, mientras que el de las cooperativas se ha mantenido. Por otra parte, Tenesaca, Villanueva y Zulema (2017) estudiaron la estabilidad y la eficiencia a través de indicadores financieros durante el periodo 2003-2016, obteniendo un aumento de la liquidez y de la eficiencia financiera sobre los activos, y una mejora en la calidad de cartera.

De los estudios internacionales y nacionales anteriormente señalados, los estudios de base son los de Jackson y Fethi (2000) y Peretto (2016). El aporte del presente estudio es evaluar la eficiencia en el periodo 2015-2019 a través de los modelos DEA y Tobit. Cabe señalar que a pesar de que estos modelos se han aplicado a nivel mundial, en el Ecuador se ha realizado la estimación de la eficiencia con el modelo de Análisis Envolvente de Datos DEA. Sin embargo, no se ha utilizado la metodología del modelo econométrico Tobit para explicar las causas de la ineficiencia y de cómo mejorar la eficiencia por medio de recomendaciones que se pueden adquirir del análisis de dicho modelo. Así mismo, no existen estudios correspondientes a este periodo de tiempo sobre la aplicación de los modelos. Por las razones previamente expuestas, se establece la importancia del presente estudio.

2. Metodología

El enfoque de este estudio es la frontera de eficiencia, que considera qué tan cerca están las instituciones bancarias de la frontera de “mejor práctica”. Existen dos enfoques para el cálculo de la eficiencia; los métodos paramétricos y los métodos no paramétricos.

Por un lado, los métodos paramétricos o econométricos especifican la función de producción, presuponen la forma de la frontera, y reconocen una desviación de la tecnología dadas por los componentes de ruidos estadísticos e ineficiencia. Por lo que, si la forma funcional está mal especificada, la medida de la eficiencia se puede incorporar a los errores de la especificación. Por otro lado, los métodos no paramétricos no requieren una función de producción para calcular aquella eficiencia.

Las técnicas de medición se diferencian principalmente por la forma de la frontera y los supuestos con respecto a la función de densidad del término del error y la ineficiencia (Berger & Humphrey, 1997). Los métodos paramétricos se caracterizan por contar a priori con una especificación funcional de la frontera de producción. No obstante, el problema de este método radica en distinguir la ineficiencia de los errores aleatorios en la función, debido a que el término de error se compone de error de medida y la ineficiencia, los mismos que son complejos de diferenciar en el término de error. Existen tres enfoques paramétricos o técnicas de fronteras paramétricas principales para estimar la eficiencia relativa, los cuales son Stochastic Frontier Approach, Thick Frontier Approach, Thick Frontier y Distribution-free Estimates Approach (Berger & Humphrey, 1997).

Si bien no existe consenso en lo que concierne la metodología apropiada, la presente investigación opta por el método no paramétrico ya que permite estimar la eficiencia técnica sin una forma funcional, obtener una frontera de producción y así comparar la eficiencia entre los bancos. A continuación, se explican los métodos no paramétricos, en los cuales se centra el estudio. Ello, seguido de la caracterización del modelo no paramétrico DEA y sus principales modelos, así como de la descripción del modelo Tobit, que juntos sustentan el presente trabajo. Finalmente, se analizan las variables que van a ser empleadas en los modelos mencionados.

2.1. Métodos no paramétricos

Las técnicas no paramétricas no requieren de una especificación de la forma funcional para la función de producción, ingresos, costos o beneficio como funciones de frontera (Berger & Humphrey, 1997). Por ende, no estiman la frontera de producción como los métodos paramétricos, en su lugar, la construyen a partir de los datos dados y la programación lineal. El resultado de este método es mayor y requiere menos información, donde la frontera está formada por las empresas que producen mayor

cantidad de productos con menor cantidad de inputs. En general, en estos modelos la estimación es determinística, donde cualquier desviación de la frontera se produce por ineficiencias técnicas únicamente, y para su estimación se utiliza la programación lineal (Peretto, 2016).

El Data Envelopment Analysis (DEA) y Free Disposal Hull (FDH) son métodos no paramétricos de programación lineal cuya frontera de observaciones o combinación lineal de unidades tiene más output dado cualquier input, es decir, de la frontera de mejor práctica (Berger & Humphrey, 1997). En primer lugar, la programación lineal *Data Envelopment Analysis* (DEA), no requiere una función de producción o costos (no paramétrico) y es determinístico, donde las observaciones no contienen aleatoriedad. En segundo lugar, el Free Disposal Hull (FDH) es un caso específico del modelo DEA que conecta los vértices de DEA no incluidos en la frontera de posibilidades de producción. Por lo que, las posibilidades de producción de FDH son los vértices de DEA y los FDH son los puntos interiores de este vértice, así se generan estimaciones de la eficiencia en promedio más amplias en el FDH que el DEA (Tulkens, 1993). No obstante, el DEA es más utilizado en la literatura que el FDH.

Estos enfoques no paramétricos permiten que la eficiencia varíe en el tiempo y no varíe la forma de distribución de las ineficiencias en las observaciones. Sin embargo, los métodos no paramétricos asumen que no hay error aleatorio, y el problema radica en que cualquiera de estos errores, en una medida de las unidades sobre la frontera de eficiencia, alteran la medida de eficiencia de todas las unidades de las combinaciones lineales de dicha frontera.

Otra ventaja de la aproximación no paramétrica, en especial del DEA es que facilita el complejo proceso de contar con los precios del input debido a la no disponibilidad de data. Por lo que, el método no paramétrico es utilizado para los cambios de productividad de los bancos (Hassan, 2006). Donde, el método DEA es preferido en el análisis de la eficiencia técnica particularmente en las instituciones bancarias y financieras. En la siguiente sección, se caracteriza el DEA y sus principales modelos que sustentan el presente trabajo.

2.1.1. Método Data Envelopment Approach (DEA)

El modelo DEA fue originalmente creado por Farrell (1957) como estimador del conjunto de producción, y fue desarrollado por Charnes, Cooper y Rhoades (1978), por sus siglas CCR, con Retornos Constantes a Escala (CRS) y extendido por Banker, Charnes, y Cooper (1984), según sus siglas BCC, que permite Retornos Variables a Escala (VRS) (Daraio & Simar, 2007). Por lo que el DEA puede ser implementado por el modelo DEA CRS o VRS.

DEA es una técnica de programación lineal que forja una frontera no paramétrica (frontera eficiente), una isocuanta lineal convexa o función de producción empírica, como envolvente, sobre los puntos de la data para determinar las eficiencias de cada Unidad de Toma de Decisiones o por sus siglas en inglés DMU (*Decision Making Unit*), relativo a la frontera (Sufian & Muhd, 2007). El mismo asume libre

disponibilidad y la convexidad del conjunto de producción, además de que no presupone perturbaciones aleatorias.

Cabe señalar que Charnes, Cooper y Rhoades (1978) describen a las DMUs como las entidades, sean organizaciones o firmas, a las que les conciernen las decisiones de inputs y outputs en la literatura económica. En este estudio, el tipo de unidades a ser evaluadas como DMUs son los bancos.

La metodología DEA permite comparar “la eficiencia relativa de las DMUs de producción de bienes y/o servicios que utilizan el mismo tipo de inputs para generar el mismo grupo de outputs” (Peretto, 2016, pp.38). Por consiguiente, el DEA compara cada una de las DMUs en la muestra con la mejor práctica, conocida como estándar, calculando así la eficiencia relativa de cada unidad con respecto a todas las unidades empleadas. Donde, la eficiencia bancaria sería 1, indicando un DMU eficiente con respecto a los otros DMUs, y menor que 1 en caso de ser ineficiente. A su vez, el DEA identifica las ineficiencias de los inputs y outputs, dando recomendaciones a las diferentes DMUs participantes.

Orientación del modelo DEA

El modelo no paramétrico DEA utiliza múltiples inputs y outputs para la medida de la eficiencia. En los Programas Lineales y al caracterizar la eficiencia existen dos orientaciones; orientado a los inputs y a los outputs (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1981).

El primer enfoque orientado al input se basa en minimizar los inputs para obtener por lo menos un vector de outputs determinado. Es decir, dado el nivel de los inputs, se busca la máxima reducción en el vector de inputs, permaneciendo constante la frontera de posibilidades de producción. Donde la DMU no es eficiente, si es posible disminuir cualquier input, sin aumentar cualquier otro input y sin decrecer cualquier output (Charnes et al., 1981). Esto concuerda con la eficiencia técnica estimada por frontera de costos.

El segundo enfoque orientado al output consiste en la maximización de los outputs, utilizando los inputs de un cierto vector dado. Esto es, dado el nivel de inputs, se busca el máximo incremento proporcional de outputs, permaneciendo constante la frontera de posibilidades de producción. Donde la DMU no es eficiente, si es posible incrementar cualquier output, sin incrementar cualquier input y sin disminuir cualquier otro output (Charnes et al., 1981). Ello conforme con la estimación de la eficiencia técnica por frontera de ingresos.

Entonces, en el enfoque orientado al input, la eficiencia es definida como la reducción máxima proporcional posible en el uso de inputs, dado un cierto nivel de output, y en el enfoque orientado al output, la eficiencia se define como el aumento máximo proporcional de los outputs dado un nivel de inputs. La DMU será eficiente si, y solo si, no es posible disminuir cualquier input sin cambiar las cantidades de outputs obtenidas, o no es posible incrementar cualquier output, sin cambiar las cantidades de inputs.

Dado que los bancos tienen más control sobre los inputs que sobre los outputs; en este estudio se emplea DEA orientado al input (Charnes et al., 1981; Berger y Humphrey, 1997; Jackson y Fethi, 2000; Pasiouras, 2008; Kumar y Gulati, 2009; Garza, 2012; Lema, 2017; Samad, 2019), donde dados los outputs, los bancos minimizan el uso de inputs. El modelo DEA comienza con la descripción de orientada a los inputs Modelo de Retornos Constantes a Escala (CRS).

Modelo de Retornos Constantes a Escala (CRS)

El modelo DEA de Retornos Constantes a Escala (CRS) desarrollado por Charnes, Cooper y Rhoades (1978), supone retornos constantes a escala, es decir, los incrementos en los inputs determinan aumentos proporcionales en los outputs. Este modelo tiene como output la Eficiencia Técnica General de cada DMU (Pasiouras, 2008). Por lo que, por cada DMU, se obtiene el *ratio* de todos los outputs sobre los inputs $\left(\frac{u'y_i}{v'x_i}\right)$. Los pesos óptimos se obtienen a través de la resolución del siguiente problema de maximización:

$$\begin{aligned} & \max_{u,v} \left(\frac{u'y_i}{v'x_i} \right) \\ \text{s. a.} \quad & \left(\frac{u'y_i}{v'x_i} \right) \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N \\ & u, v \geq 0 \end{aligned}$$

Donde,

N son los inputs y M son los outputs para cada I DMUs

x_i son los vectores de inputs de un DMU i

y_i son los vectores de outputs de un DMU i

X es la matriz de inputs de dimensión $N * I$, y la matriz de los outputs Y de dimensión $M * I$, de todas las I DMUs.

u es un vector de pesos de los outputs de dimensión $M * 1$

v es un vector de pesos de los inputs de dimensión $N * 1$.

Por lo que, los valores de u y v son las medidas de eficiencia donde la DMU i es maximizada, sujeta a la restricción de que toda medida de eficiencia tiene que ser menor o igual que uno. En otras palabras, ningún banco puede exceder la unidad de eficiencia con los pesos dados. No obstante, para evitar el infinito número de soluciones del denominador de la división, se impone otra restricción $v'x_i = 1$. Entonces, con la nueva restricción se genera un problema de programación lineal o llamada forma multiplicadora (Coelli et al., 2005).

$$\begin{aligned}
& \max_{u,v} (u'y_i) \\
& \text{s. a.} \quad (v'x_i) = 1 \\
& u'y_i - v'x_j \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N \\
& u, v \geq 0
\end{aligned}$$

Este cálculo de programación lineal se realiza I veces. A través de la programación dual, se obtiene la forma envolvente de este problema:

$$\begin{aligned}
& \min_{\theta, \lambda} (\theta) \\
& \text{s. a.} \quad -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
& \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned}$$

Donde,

θ es el score de eficiencia escalar de dimensión $I * 1$

λ es un vector de constantes de dimensión $N * 1$.

El valor de θ obtenido es el score de eficiencia para una DMU. $\theta \leq 1$, cuando es igual a 1 está en el punto de la frontera y por ende son DMUs técnicamente eficientes, conforme la definición de Farrell (1957). El problema de minimización se resuelve para cada DMU de la muestra, y se obtiene el valor de θ ; el score de eficiencia el cual se divide en Eficiencia Técnica (ET), Eficiencia Técnica Pura (ETP) y Eficiencia a Escala (ES), puntaje el cual se presenta en la sección de resultados del modelo DEA del Capítulo 3.

Modelo de Retornos Variables a Escala (VRS)

El Modelo DEA de Retornos Constantes a Escala (CRS) asume que todas las DMUs están operando en una escala óptima. Por el contrario, la competencia imperfecta puede ser causada porque una DMU no está en dicha escala (Coelli et al., 2005). En la práctica, algunas DMUs experimentan economías de escala o deseconomías de escala. Cuando no todas las unidades de decisión operan en la escala óptima, el score de eficiencia técnica estimado con el modelo DEA CRS estará contaminado con las eficiencias a escala (Lema, 2017). Ante ello, Banker, Charnes y Cooper (1984) desarrollan el Modelo de Retornos Variables a Escala (VRS), que es una extensión del CRS, donde el VRS permite evitar que el resultado de la medida de eficiencia técnica se confunda con las eficiencias a escala. Al admitir retornos variables a escala, ante un incremento en los inputs, los outputs presentan incrementos en mayor o menor

proporción, respectivamente (Peretto, 2016). Por lo que, en el VRS se añade una restricción convexa $(N1'\lambda) = 1$ a comparación del CRS, tal que:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda}(\theta) \\ \text{s. a.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & (N1'\lambda) = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde,

$N1$ es un vector de unos $N * 1$. Lo que forma convexidad en la intersección y más estrechos a comparación que el CRS, por lo que la eficiencia técnica es mayor o igual en el VRS que el CRS (Coelli et al., 2005). Si el resultado del CRS es igual al del VRS, significa que el banco opera a retornos constantes a escala. La especificación VRS es la más usada en la práctica y los scores de eficiencia del VRS también son llamados scores de eficiencia técnica pura.

Por lo que, en la presente investigación se prefiere el modelo DEA VRS al CRS ya que es más apropiado y práctico en el escenario bancario al tomar en cuenta que los bancos experimentan economías de escala o deseconomías de escala, y no todas las unidades bancarias se operan en una escala óptima (Banker et al., 1984; Sufian, 2007; Sharma, 2012; Peretto, 2016). Posteriormente, el modelo Tobit es utilizado para encontrar los factores microeconómicos que afectan la eficiencia de los bancos.

Enfoques para definir variables a utilizar

Para las firmas multiproducto como los bancos, decidir entre los inputs y los outputs para el estudio de la eficiencia es controversial (Tortosa, 2002). Los inputs son los insumos bancarios, y los outputs constituyen los productos bancarios. En la literatura sobre el análisis de eficiencia bancaria, existen varios enfoques para seleccionar los múltiples inputs y outputs bancarios del modelo DEA, y no hay una teoría que abarque a las empresas bancarias en general con respecto a la definición y medición de las variables a incluir en el modelo de estimación de eficiencia. No obstante, es conocido en la teoría que la manera de escoger las variables en el estudio puede afectar significativamente los resultados de eficiencia (Aboagye, Gemegah, & Saka, 2012).

Vale señalar que, la medida de la eficiencia es una función monótona decreciente de los inputs, y dicha medida crecerá cuando un input disminuye y viceversa, y es una función monótona creciente de los outputs, por lo que un aumento del output aumentará la medida de la eficiencia, ceteris paribus (Peretto, 2016).

Uno de los primeros autores en analizar la problemática de la selección de los inputs y outputs para instituciones bancarias fueron Berger y Humphrey (1997) que estudian y comparan a profundidad diferentes enfoques. Llegan a la conclusión que existe una tendencia de desregulación, mejoras tecnológicas e internalización, por lo que los outputs deben capturar estos cambios. Tortosa (2002) también estudia la selección de variables y su clasificación en inputs y outputs con enfoques de intermediación, producción, enfoque de activos y valor agregado.

El primer enfoque para seleccionar inputs y outputs es el de producción desarrollado por Benston (1965) y por Sherman y Gold (1985), donde las entidades bancarias son consideradas productoras de depósitos y préstamos (outputs) en base al uso de capital y trabajo (inputs). Los outputs son los préstamos y depósitos, medidos en términos de tipo o número de cuentas de depósito o transacciones, y los inputs son físicos como el número de personal, espacio físico o activos fijos (plantas, equipos y capital). Por tanto, la función principal de los bancos es el servicio de cuentas de depósito y préstamo, siendo los inputs, los costos operativos de los bancos, y los outputs, el tipo o número de cuentas de depósitos, transacciones o documentos procesados en un periodo de tiempo. Este enfoque va orientado hacia la evaluación de la eficiencia técnica de las unidades de producción, centrándose más magnitudes físicas que monetarias.

En este enfoque, las instituciones bancarias realizan transacciones y procesan documentos para sus clientes, como aplicaciones de préstamos, reportes de créditos y otros instrumentos de pago y políticas de seguro o formas de reclamo. No obstante, la data para el flujo de estas transacciones detalladas es privada y generalmente no está disponible (Berger y Humphrey, 1997).

El segundo enfoque es el de intermediación de Sealey y Lindley (1977), donde las entidades bancarias cumplen el rol de transferir activos financieros entre los depositantes y prestatarios, o entre las unidades superavitarias hacia unidades deficitarias. Es decir, las entidades financieras actúan como captadoras de depósitos para transformarlos en préstamos y otras inversiones financieras. Por lo general, los inputs son el capital y labor, los depósitos y los gastos relativos a los bancos como los costos operativos y costos de interés, y los outputs son los ingresos por interés, inversiones o ingresos distintos de interés, y los préstamos. Por lo tanto, a diferencia del primer enfoque, los depósitos son los insumos y los préstamos son el producto.

En el tercer enfoque de activos, las entidades financieras se consideran creadoras de créditos y otros activos, como outputs (Favero & Papi, 1995). Este es una variante del enfoque intermediación, con la diferencia en que los outputs son el stock de créditos y activos invertidos. Dicho de otro modo, los bancos al recibir depósitos como inputs, deben decidir si los convierten en préstamos u otros activos rentables como outputs. Así, contempla a las instituciones bancarias como intermediarios financieros entre los prestamistas y los prestatarios, creadores de renta financiera (Sealey & Lindley, 1977).

A pesar de que el enfoque de intermediación es más usado empíricamente, ninguno de ellos son completamente satisfactorios, puesto que no capturan el rol dual de las instituciones financieras como proveedoras de transacciones procesando servicios, y como intermediarias financieras (Ferro & León, 2013). Asimismo, los depósitos tienen características de input y output a la vez, los cuales dificultan su desagregación empírica.

Así mismo, existen enfoques alternativos como el enfoque de costo de usuario (Hancock, 1991) que clasifica en inputs y outputs las categorías de activos y pasivos dependiendo de su contribución al ingreso del banco. Este enfoque es difícil de implementar en algunos casos ya que requiere más información sobre el interés y otros ingresos de diferentes categorías de varios activos y del pago de pasivos. También requiere de la práctica de subsidios y baja fiabilidad de los precios e ingresos disponibles.

Por otro lado, en el enfoque de valor agregado, considera que los fondos provienen de depósitos y proveen liquidez, pagos, y servicios de mantenimiento a los depositantes para obtener estos fondos (Tortosa, 2002). En dicho enfoque, las cuentas de la hoja del balance con una participación sustancial de valor agregado se considera un output importante. Los pasivos pueden tener características de input y output simultáneamente, como por ejemplo los depósitos son tratados como inputs y outputs. Sin embargo, en algunos casos el enfoque de costo de usuario tiene resultados similares que el de valor agregado (Berger, Hanweck, & Humphrey, 1987). Este último enfoque se ha utilizado para medir cambios en la tecnología de los bancos en el tiempo.

Berger y Humphrey (1997) sugieren que el enfoque de intermediación se prefiere para la evaluación en general de la eficiencia en los bancos porque incluye los ingresos financieros por medio de los gastos de interés, los cuales dependen del ciclo de la tasa de interés y representan más de la mitad de los costos totales. Mientras que el enfoque de producción es seleccionado para la eficiencia de las sucursales o ramas de las instituciones bancarias, puesto que se centran en procesar documentos de la institución como un todo, y los gerentes de las ramas dan poca importancia a las decisiones de inversión y de financiación bancaria. La mayor parte de los trabajos adoptan un enfoque de intermediación en el cual los bancos son concebidos como organizaciones dedicadas a canalizar depósitos hacia préstamos.

De igual manera, en la práctica la disponibilidad de la data requerida para el enfoque de producción es más complicada y este falla al no capturar el rol económico del banco como un intermediario financiero. De hecho, la data de flujo no está usualmente disponible, y los flujos se toman como stock de los valores financieros en cuentas, como el número de préstamos, depósitos, o seguro (Berger y Humphrey, 1997). Por ello, el enfoque de intermediación es superior para evaluar la frontera de eficiencia al beneficio del banco, minimizando los costos totales y no solo de producción, para maximizar los beneficios. A esto se suma que los bancos privados ecuatorianos se especializan en intermediación donde se considera importante el papel de los bancos en la relación de la cartera de

créditos y las captaciones, mientras que su papel como banca de gestión es más limitado (Lafuente & Valle, 1997). Estas variables serán explicadas en la sección de Evolución de los principales indicadores de eficiencia técnica del Capítulo 3.

En conclusión, existe un consenso de que el enfoque de intermediación constituye un mejor instrumento para el estudio de eficiencia (Sealey y Lindley, 1977; Favero, 1995; Berger y Humphrey, 1997; Peretto, 2016). Por lo cual, el presente estudio emplea el enfoque intermediario, el cual es ampliamente utilizado en estudios previos (Berger y Humphrey, 1997; Pasiouras, 2008; Kumar y Gulati, 2009; Aboagye et al., 2012; Garza, 2012; Peretto, 2016; Lema, 2017; Riofrio, 2017; Samad, 2019), ya que uno de los objetivos de la investigación es evaluar la eficiencia técnica de los bancos como intermediarios financieros. Así, este enfoque es el más consistente con el estudio, debido a que se centra en el rol del banco como un intermediario financiero entre los prestamistas y prestatarios de capital.

Variables del Modelo DEA

Este estudio considera las variables del modelo DEA propuestas por Pasiouras (2008), Garza (2012) y Lema (2017), que clasifican los inputs y outputs por medio del enfoque de intermediación con orientación al input, donde las entidades bancarias transmiten activos desde unidades superavitarias hacia deficitarias, y se minimizan los inputs puesto que las entidades bancarias tienen más control sobre estos. En general, se incluyen como inputs los depósitos y los gastos operativos y de intereses, los cuales son necesarios para el funcionamiento del banco, y como outputs los préstamos, los ingresos por intereses, créditos e inversiones y cargos por servicios, los cuales son los resultados obtenidos por el banco de su actividad financiera, de intermediación y de las inversiones a mediano y largo plazo. Las variables para la presente investigación se resumen en la Tabla 1, junto a su operacionalización, tipo de variable y descripción.

Tabla 1. Operacionalización y descripción de variables del modelo no paramétrico DEA

Dimensión	Variable	Tipo	Tipo de Variable	Descripción
Eficiencia Técnica (ET)	Gastos de operación	Input	Cuantitativa continua	Los gastos operativos son aquellos gastos relacionados con el funcionamiento del banco o gastos indirectos, como por concepto de relación laboral, pero no incluye las inversiones (como la compra de una máquina).
	Gastos de interés	Input	Cuantitativa cuantitativa	Intereses causados. Son todos aquellos que derivan de la obtención de financiación o titularidad de cualquier pasivo financiero. Por ejemplo, el tipo de interés pagado por las deudas.
	Depósitos	Output	Cuantitativa continua	Depósitos a la vista y depósitos a plazo. Es el dinero que un titular de cuenta bancaria pone bajo la custodia de una institución financiera que se hace responsable.

	Préstamos	Output	Cuantitativa continua	Cartera de créditos neta. Dicha cartera de créditos es igual a la cartera bruta menos provisiones (para créditos incobrables). Son la obligación contractual en que un prestamista entrega dinero a un prestatario a cambio de un interés y/o comisiones, al cabo de un tiempo determinado, incluyendo las provisiones.
	Ingresos provenientes de interés	Output	Cuantitativa continua	Ingresos por interés y descuentos ganados. Los ingresos provenientes de interés son parte de los ingresos financieros y son aquellos rendimientos provenientes de las gestiones en operaciones financieras.
	Ingresos no provenientes de interés	Output	Cuantitativa continua	Comisiones ganadas, ingresos por servicios, utilidades financieras, otros ingresos operacionales, otros ingresos. Es decir, son los ingresos que no provienen de actividades propias de la banca.

Fuente: Pasiouras (2008), Garza (2012), Lema (2017), Asobanca (2021), Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Por lo tanto, en el presente estudio se consideran como inputs los gastos de operación y los gastos de intereses, así como outputs a los depósitos, los préstamos, los ingresos provenientes de interés y los ingresos no provenientes de interés o distintos de interés, todo ello con el fin de estimar los scores de eficiencia. Debido a que la orientación del DEA seleccionada es al input, el objetivo es minimizar los niveles de inputs dado un mismo nivel de outputs. En donde, los depósitos se consideran outputs ya que estos dependen del mercado y de la confianza de los clientes actuales y potenciales, y al caracterizarlos como un input se penaliza a los bancos por buscar nuevos depositantes, además de que los bancos generan una cantidad significativa de ingresos no provenientes de intereses al manejar estos depósitos (Cooper, Lawrence, & Zhu, 2011).

2.2. Modelo econométrico Tobit

El modelo Tobit se emplea en la investigación para obtener los determinantes de la eficiencia técnica, es decir, las explicaciones de la eficiencia. Tobit es un modelo econométrico de regresión utilizado con data censurada, donde los errores estimados no son iguales a cero (Jackson & Fethi, 2000). Por lo que, una estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) será sesgada por los supuestos de homocedasticidad y distribución normal de la perturbación y de la variable dependiente.

El modelo se puede estimar con datos de panel para distintos periodos de una DMU. La estructura de datos de panel capta la heterogeneidad no observable y mejora la eficiencia de las estimaciones, y esta puede ser caracterizada con un modelo de efectos fijos o aleatorios (Seffino & Hoyos, 2018).

James Tobin (1958) diseñó el Tobit que proviene como analogía de *Tobin's probit* o modelos de regresión métrico utilizado en presencia de data censurada, en donde y es observada para valores mayores que 0 pero no es observada (censurada) para valores igual o menores que cero, no negativos

(Sigelman & Zeng, 1999). Es decir, dicho modelo es una extensión del modelo Probit que incorpora tanto información de la probabilidad del suceso de interés, como los valores de la variable latente y estudia la relación entre una variable no negativa y_i y una variable independiente x_i . Por ello, el modelo Tobit constituye la segunda etapa de la regresión, al usar los scores de eficiencia de la primera etapa del DEA como variable dependiente en el análisis de la segunda etapa. El score de eficiencia tiene un rango de 0 a 1, como ya se ha mencionado anteriormente.

Los datos de panel combinan cortes transversales durante varios periodos de tiempo. Debido a que los residuos no son independientes de las observaciones aplicar MCO da errores individuales correlacionados con las observaciones por lo que son inconsistentes. Como solución, a las regresiones agrupadas (pooled) de anidamiento de datos se tiene el modelo Tobit con efectos fijos y aleatorios (Montero, 2011).

Para seleccionar el efecto del modelo, se emplea el test de Hausman que compara las estimaciones del modelo de efectos fijos y de efectos aleatorios. El test tiene como hipótesis nula (H0) que la diferencia entre los coeficientes no es sistemática, y la hipótesis alternativa (H1) cuando es sistemática. Por lo que, si se rechaza la hipótesis nula, con un p-valor bajo, menor de 0,05, se encuentra diferencias sistemáticas. Entonces, hay correlación entre el error y los regresores $COV(X_{it}, \varepsilon_{it}) \neq 0$, y es preferible elegir el modelo de efectos fijos.

En el Capítulo 4, se obtiene el test de Hausman, que da como resultado que se rechaza a la hipótesis nula, entonces la diferencia entre los coeficientes de efectos fijos y aleatorios es sistemática, y se escoge el modelo de efectos fijos ya que presenta coeficientes consistentes. Así, se exponen las siguientes fórmulas del Tobit, tomando en cuenta los efectos fijos.

El modelo Tobit censurado con datos de panel para el banco i es,

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_i X_{it} + u_{it}$$

Donde, $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$, lo cual significa que el error puede descomponerse en dos, una parte fija que es constante para cada individuo (α_i), y otra aleatoria que cumple con los requisitos de MCO (ε_{it}) (Montero, 2011). Entonces, al reemplazar queda:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_i X_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it},$$

$$i = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T$$

$$\text{con: } y_{it} = y_{it}^* \text{ si } y_{it}^* > 0$$

$$\text{o } y_{it} = 0 \text{ si } y_{it}^* \leq 0$$

Donde, X_{it} es un vector de variables explicativas, β_0 es la constante, β_i son los coeficientes a ser estimados, ε_{it} es el término de error, el cual tiene $\varepsilon_{it} \sim N[0, \sigma^2]$, y_{it}^* es una variable latente o dependiente (menor de 0), y_{it} son los scores de eficiencia obtenidos para el banco i del modelo DEA. El término de error ε_{it} tiene varianza 0 con una distribución normal y varianza fija (Kutlar & Ekici, 2017).

Los supuestos del modelo de efectos fijos son:

$$E(\alpha_i | X_{it}) \neq 0; \forall i, t$$

$$E(\varepsilon_{it} | X_{it}) = 0$$

Donde, el primer supuesto afirma que la parte fija del error del modelo (α_i) está relacionado con las variables independientes, mientras que los errores (ε_{it}) no están correlacionados con las variables independientes, cumpliendo el supuesto de exogeneidad.

En un modelo censurado, es recomendado que la variable y_{it} tenga un límite de 1, tal como los puntajes de eficiencia. Matemáticamente,

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_i X_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$$sa: y_{it} = y_{it}^* \text{ si } y_{it}^* > 1$$

$$o y_{it} = 0 \text{ si } y_{it}^* \leq 1$$

A través del uso de este modelo se pueden obtener características de la distribución de las medidas de eficiencia, que pueden encaminar a las políticas a mejorar el rendimiento de las instituciones financieras (Jackson & Fethi, 2000). Por tanto, variables cuantitativas se utilizarán para obtener un mayor análisis sobre que variables afectan a los puntajes de eficiencia técnica de los bancos, las cuales se explican en la siguiente sección.

Variables de Modelo Tobit

En la segunda etapa, se realiza el modelo econométrico Tobit para examinar los principales determinantes de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos. Para el modelo de regresión Tobit, se emplean variables independientes siguiendo a Jackson y Fethi (2000), Pasiouras (2008), Kumar y Gulati (2009), Aboagye et al., (2012), Garza (2012) y Lema (2017). Las variables independientes son de naturaleza bancaria; el nivel de capitalización que es el ratio de patrimonio sobre el total de los activos, el riesgo de liquidez que es el ratio de los préstamos sobre los depósitos, la Rentabilidad sobre los Activos (ROA) que es el ratio del ingreso neto sobre el total de activos, el riesgo de crédito que es el ratio de los préstamos sobre los activos, el tamaño del banco que es el logaritmo natural del total de activos, la cuota de mercado que son los activos totales de un banco sobre los activos de todo el sector, y la concentración de mercado que es el grado de concentración a partir del Índice Herfindahl-

Hirschman (HHI), en término de los activos. La variable dependiente es el puntaje de eficiencia técnica, obtenido previamente en el Modelo DEA VRS.

Para el modelo Tobit, las variables a utilizar están resumidas y detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Operacionalización y descripción de variables del modelo econométrico Tobit

Dimensión	Variable	Abreviación	Tipo de Variable	Tipo de variable	Descripción	Relación esperada
Determinantes de la Eficiencia Técnica	Puntaje de eficiencia técnica	ett_i	Numérica continua	Dependiente	Score de eficiencia técnica.	Positiva
	Nivel de capitalización	cap_i	Numérica continua	Independiente	Ratio del total patrimonio sobre el total de los activos.	Positiva
	Riesgo de liquidez	$rliq_i$	Numérica continua	Independiente	Ratio de los préstamos sobre los depósitos.	Positiva
	Rentabilidad sobre los Activos (ROA)	roa_i	Numérica continua	Independiente	Ratio del ingreso neto sobre total de activos. Expresada en porcentaje.	Positiva
	Riesgo de crédito	$rcred_i$	Numérica continua	Independiente	Ratio de los préstamos sobre los activos (total préstamos/total activos).	Negativa
	Tamaño del banco	$size_i$	Numérica continua	Independiente	Tamaño de operación o logaritmo natural del total de activos.	Positiva
	Cuota de mercado en porcentaje	$sharem_i$	Numérica continua	Independiente	Activos totales de un banco sobre activos totales de todos los bancos, cuota de mercado en término de activos. Expresada en porcentaje.	Positiva
	Concentración de mercado	$concenm_i$	Numérica continua	Independiente	Grado de concentración en términos de activos. Índice Herfindahl-Hirschman (HHI), la suma del cuadrado del valor de la cuota de mercado de cada banco en el sector bancario.	Negativa

Fuente: Jackson y Fethi (2000), Pasiouras (2008), Kumar y Gulati (2009), Aboagye et al., (2012), Garza (2012) y Lema (2017), Asobanca (2021) y Superintendencia de bancos (2021)
Elaboración: Camila Apolo

Por lo que, la regresión del modelo Tobit de panel balanceado con efectos fijos para encontrar los principales determinantes de la eficiencia técnica bancaria se presenta a continuación:

$$ett_{it} = \beta_0 + \beta_1 cap_{it} + \beta_2 rliq_{it} + \beta_3 roa_{it} + \beta_4 rcred_{it} + \beta_5 size_{it} + \beta_6 sharem_{it} + \beta_7 concenm_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$$i = 1, \dots, 22; t = 1, \dots, 5$$

Donde,

i son las observaciones o bancos

t es el periodo de tiempo

β_0 es la constante

β_i es el coeficiente de cada variable

α_i es la parte fija del error, constante para cada individuo i

ε_{it} es el término de error

cap_{it} es el nivel de capitalización

$rliq_{it}$ es el riesgo de liquidez

roa_{it} es la Rentabilidad sobre los Activos

$rcred_{it}$ es el riesgo de crédito

$size_{it}$ es el tamaño del operación del banco

$sharem_{it}$ es la cuota de mercado en término de activos

$concenm_{it}$ es el grado de concentración en términos de activos

ett_{it} es el puntaje de eficiencia técnica para cada banco

La variable dependiente ett_{it} de puntaje de eficiencia técnica es de naturaleza censurada construida para los bancos eficientes e ineficientes provenientes de los resultados del DEA, y esta denota el nivel de eficiencia (Sharma et al., 2012).

Los resultados de la medida de la eficiencia y de sus determinantes para la banca ecuatoriana del 2015-2019 a través del DEA y Tobit, son presentados en los Capítulos 3 y 4, respectivamente. Para lo cual, se utilizan los datos de los estados financieros de los bancos ecuatorianos, publicados en los Boletines Financieros de la Superintendencia de Bancos.

Para la aplicación de la metodología, se obtiene la información de las variables para cada banco y con ayuda de los softwares Stata y R, el último desarrollado por Ross Ihaka y Robert Gentleman en el año 1993, se corre el modelo DEA para obtener los índices de la eficiencia técnica y el modelo Tobit para los determinantes de dicha eficiencia en el periodo considerado, en base a lo cual se plantean conclusiones y recomendaciones en el Capítulo 5.

3. Eficiencia técnica de los bancos privados del Ecuador

El tercer capítulo tiene como objetivo, estimar la medida de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos, mediante el modelo no paramétrico DEA durante el período 2015-2019. En primer lugar, se contextualiza el sistema bancario ecuatoriano y su estructura. Posteriormente, se analiza la evolución de los principales indicadores de eficiencia del Sistema Bancario Privado del 2015-2019 para identificar las tendencias y comportamiento de los bancos. Finalmente, se presentan los resultados de la medida de eficiencia técnica a través del DEA.

3.1. Contexto del Sistema Bancario ecuatoriano

3.1.1. Sistema Financiero Nacional (SFN)

El Sistema Financiero juega un papel importante en el desarrollo y funcionamiento de la economía, como en las transacciones económicas tanto a nivel nacional como internacional. Las principales instituciones pueden contribuir a elevar el crecimiento económico y bienestar de la sociedad al canalizar los recursos por medio de la intermediación financiera, entre actores con excedente de capital hacia actores con déficit, desarrollado así el sistema financiero en su conjunto (Ordóñez, Narváez, & Erazo, 2020). Por consiguiente, es fundamental la participación del Sistema Financiero en la economía del país como un mecanismo de distribución de fondos, ahorro e inversión de un país, generando crecimiento económico por el flujo de recursos hacia créditos y financiamientos en diferentes sectores de la economía.

El Sistema Financiero se lo define como el grupo de entidades nacionales o extranjeras del sector financiero, tanto público como privado, que son regulados por un marco jurídico y una entidad de control que satisfacen las necesidades bancarias de los clientes pasivos y activos. (Quinaluisa, Cobo, & Boza, 2016)

El Sistema Financiero Nacional (SFN) está regulado por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, que es la encargada de la formación de las políticas públicas, y la regulación y supervisión monetaria, crediticia, cambiaria, financiera, de seguros y valores, como se lo establece en el artículo 13 del Código Orgánico Monetario y Financiero (2017).

Según el artículo 309 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), el Sistema Financiero Nacional está integrado por el Sector Financiero Público, el Sector Financiero Privado y el Sector Financiero Popular y Solidario. Cada uno regulado por normas y entidades de control específicas con el fin de asegurar la estabilidad, transparencia, solidez y seguridad. Dichas normas constan en el Código

Orgánico Monetario y Financiero. A continuación, se explica la estructura del Sistema Financiero Privado, en el cual se centra el presente estudio.

Estructura del Sistema Financiero Privado

El Sistema Bancario ecuatoriano es un elemento determinante dentro del crecimiento y desarrollo de su población por la administración de los medios de pago y la intermediación de recursos entre los sectores con excedentes de fondos y demandantes de liquidez (Quinaluisa et al., 2016). De hecho, Recalde (2019, pp.28) afirma que los bancos son “instituciones encargadas de custodiar el dinero entregado por los depositantes y, por otro lado, utilizan parte del dinero para dar préstamos cobrando una tasa de interés”. Además, el autor señala que los bancos privados fomentan el desarrollo productivo de un país, persiguen el beneficio, en contraste con los bancos públicos donde las condiciones crediticias son diferentes.

Las instituciones financieras privadas se caracterizan principalmente por realizar intermediación financiera con el público. Los bancos privados se definen como las instituciones de intermediación que tienen como función recibir recursos en depósitos a la vista, a plazo y conceder créditos en cuentas de ahorros o corrientes (Almeida, 2011). En sí, el sistema bancario es un conjunto de entidades o instituciones que, dentro de una economía determinada, prestan el servicio bancario. Es decir, su actividad principal es el servicio de banca y crédito, donde se captan los recursos de público en el mercado nacional en forma de depósitos, otorgando por ello una tasa de interés pasiva para su colocación en el público como crédito y otras operaciones financieras en unión de recursos propios, por las cuales cobra una tasa de interés activa. El objetivo de los bancos privados es la prestación de servicios bancarios a los clientes, y proteger o mejorar su patrimonio.

Como principio de su funcionamiento, los bancos deben garantizar la liquidez, la rentabilidad y la solvencia. En primer lugar, la liquidez al convertir los depósitos de sus clientes en dinero cuando lo requieran. En segundo lugar, la rentabilidad para los accionistas se otorga a través de remuneraciones o dividendos que dependen de la utilidad. Finalmente, la solvencia donde la banca procura tener un conjunto de bienes y derechos superiores a sus deudas.

El organismo de supervisión y control de dichas instituciones es la Superintendencia de Bancos, la cual ejerce control y vigilancia sobre los bancos, las mutualistas y las cooperativas de ahorro y crédito. Además, el Sector Financiero Privado se compone de bancos múltiples y especializados, de servicios financieros y de servicios auxiliares del Sistema Financiero, según el Código Orgánico Monetario y Financiero (2017).

En el 2019, el Sistema Bancario Privado del Ecuador se encuentra formado por 24 instituciones, dentro de las cuales 21 son entidades bancarias privadas nacionales, una institución bancaria privada

con capital estatal (Banco del Pacífico), un banco privado nacional con capital extranjero (Produbanco adquirido por el Grupo Promérica de Nicaragua), y un banco privado extranjero (Citibank). En este año, el 62,29% del activo total se concentra en los bancos grandes como Banco Pichincha, Banco Pacífico, Banco Produbanco y Banco de Guayaquil, en ese orden (Superintendencia de Bancos, 2019). Esta clasificación anual del tamaño de los bancos lo realiza la Superintendencia en base al tamaño de activos de cada institución; donde los bancos grandes son aquellos que poseen activos de más de USD 1.000 millones, bancos medianos entre USD 1.000 y 200 millones, y finalmente bancos pequeños con menos de USD 200 millones. Así mismo, la Asobanca (2021) afirma que a las entidades bancarias se las agrupa mediante la metodología de percentiles. Donde se les considera como entidades grandes a los bancos cuyos rangos porcentuales son mayores al 36% del total de activos del Sistema Bancario, entidades medianas entre 12% y 36%, y bancos pequeños con activos totales menores al 12%.

Según la Superintendencia de Bancos (2019), el Sector Bancario Privado concentra el mayor segmento de los activos financieros con relación a los activos totales del Sector Financiero Público y Privado controlado por la Superintendencia de Bancos, concentrando el 76,34% y el 84,65% de los activos para diciembre 2015 y 2019, respectivamente. En el periodo 2015-2019, esta cuenta aumentó en 8,78%, registrando así un crecimiento absoluto de USD 3.598,65 millones. Por lo que, se procede a analizar la evolución de los principales indicadores de eficiencia para el Sistema Bancario ecuatoriano con el fin de identificar tendencias y comportamientos de los bancos, constituyendo así una base analítica y estadística para el desarrollo del modelo DEA de estimación de eficiencia técnica de los bancos del Ecuador.

3.1.2. Depósitos

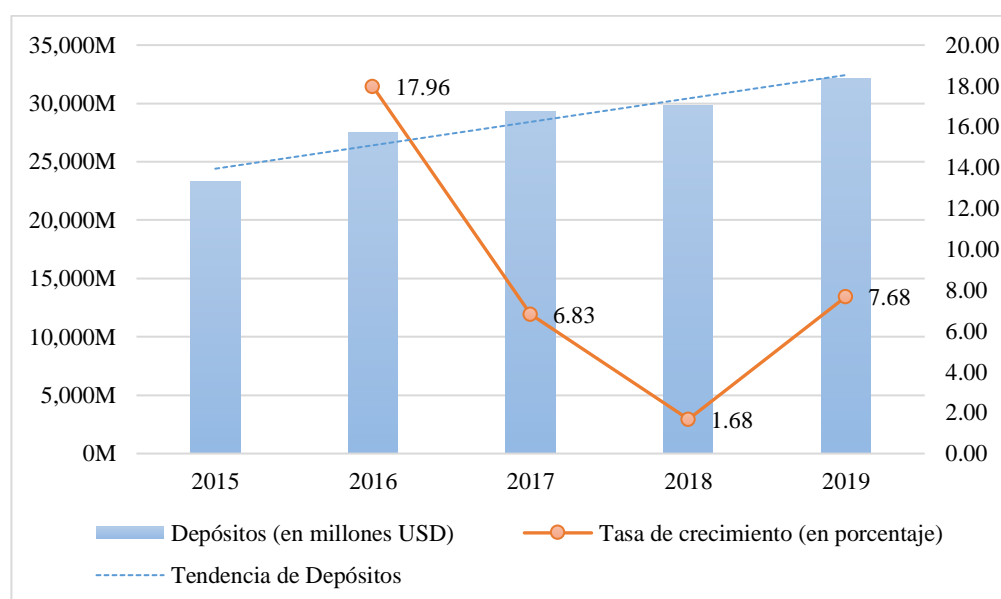
Los depósitos son el dinero de un titular de una cuenta bancaria bajo custodia de una institución financiera, donde el banco otorga una tasa de interés pasiva y estos van a la cuenta de pasivos de dicha institución (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2021). Las obligaciones con el público son el elemento principal del pasivo de los bancos, en efecto, comprenden el 85,18% del total de pasivos de los bancos privados en el 2019. Las principales cuentas que forman parte de las obligaciones con el público son las de depósitos a la vista y los depósitos a plazo, que representan la mayoría de dichas obligaciones con 95,40% y 95,43% para el 2015 y 2019, respectivamente. Por lo que se han considerado estas cuentas como depósitos en la presente investigación.

Como se observa en el Gráfico 3, los depósitos del Sistema Bancario Privado del Ecuador presentan una tendencia positiva durante el periodo de análisis (2015-2019). En una primera etapa, los agentes económicos que sintieron el shock de la crisis causada por los precios del petróleo comenzaron a retirar efectivo para solventar cualquier gasto o emergencia, lo cual disminuye los depósitos en el 2015 (Banco Central del Ecuador, 2020). Dicha cuenta ha registrado cifras de 23.291,05 a 27.475,01 millones de dólares, con un crecimiento de 17,96% del 2015 al 2016. El mencionado incremento estuvo sustentado

fundamentalmente por el aumento de los depósitos a la vista que experimentó un incremento anual de 20,62%. A partir del 2016, la tasa de crecimiento va disminuyendo hasta el 2018, seguido de un aumento de 7,68% del 2018 al 2019.

Así en una segunda etapa, durante los años 2016 y 2017, los hogares y empresas privilegiaron el ahorro, y aumentaron en menor medida los depósitos, así como la liquidez en el Sistema Financiero. Pero a partir del 2017, la situación se desacelera debido a la disminución de fuentes de financiamiento externas (BCE, 2020). A pesar de dicha disminución, los depósitos se han ido recuperando y pasaron de 29.845,12 a 32.137,96 millones de dólares, con un crecimiento anual de 7,68% del 2018 al 2019. Esto impulsado mayormente por los depósitos a plazo, como consta en el Gráfico 4.

Gráfico 3. Evolución de los depósitos del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)



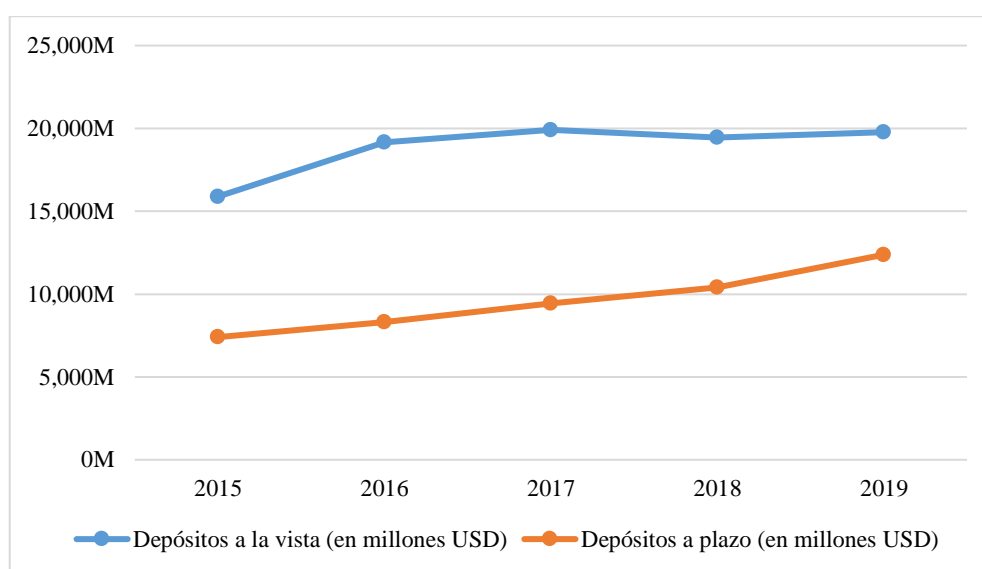
Fuente: Superintendencia de Bancos (2019)

Elaboración: Camila Apolo

Los depósitos a la vista son las obligaciones bancarias que se pueden retirar en un plazo menor a treinta días, con la presentación de los documentos requeridos (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2021). En el Gráfico 4, se puede ver que los depósitos a la vista experimentan un incremento al inicio del periodo, al registrar USD 15.888,90 millones en el 2015 y USD 19.165,58 millones en el 2016, por lo que la cifra aumentó en 20,62% en los años mencionados. No obstante, los depósitos a la vista crecen en menor medida con 3,90% del 2016 al 2017. Entre los años 2018 y 2019, la disminución de fuentes de financiamiento externas incidió en los depósitos, y en particular en los depósitos a la vista que las empresas mantienen en el SFN, y por ende en los niveles de liquidez de la economía (BCE, 2020).

Por otra parte, los depósitos a plazo son aquellos que pueden ser exigidos por lo menos en un periodo mayor a treinta días y conllevan mayor interés que los depósitos a la vista por su plazo fijo (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2021). En el Gráfico 4, los depósitos a plazo han aumentado a lo largo del periodo, al presentar una tendencia positiva. Del 2018 al 2019, los depósitos pasan de 10.388,12 a 12.374,44 millones de dólares, a favor de los depósitos a plazo (19,12%), y en menor medida de los depósitos a la vista (1,58%). Por lo que, existe una preferencia por los depositantes a favor de los depósitos a plazo y en menor medida de los depósitos a la vista en los últimos años.

Gráfico 4. Evolución de los depósitos a la vista y a plazo del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)



Fuente: Superintendencia de Bancos (2019)

Elaboración: Camila Apolo

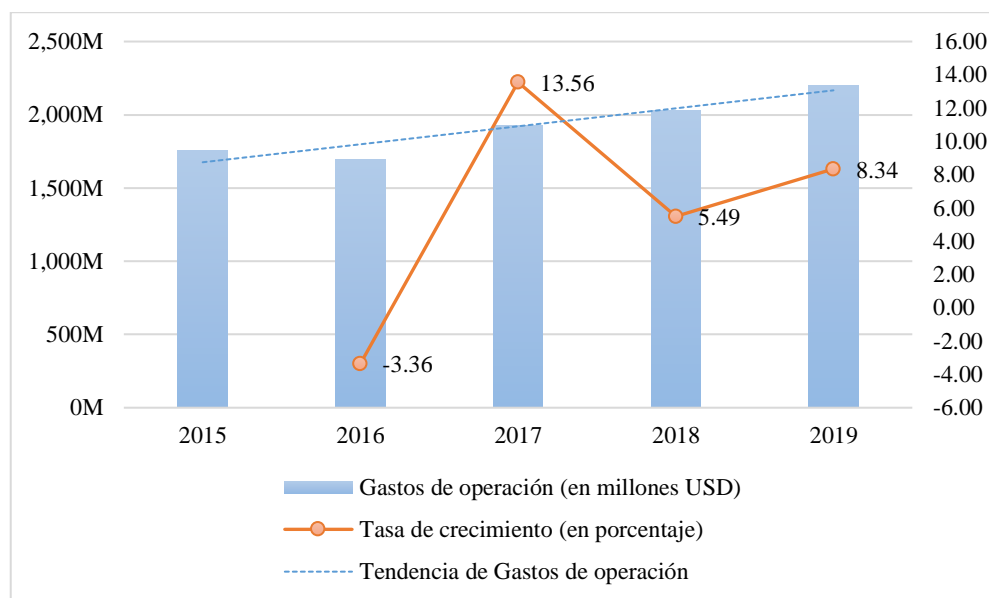
3.1.3. Gastos de operación y de interés

Los gastos operativos son aquellos gastos relacionados con el funcionamiento del banco o gastos indirectos, como por concepto de relación laboral conforme las disposiciones legales vigentes, los egresos por la percepción de servicios de terceros, pago de impuestos, cuotas, multas y cargos por depreciaciones de activos fijos, amortizaciones de gastos diferidos y egresos diversos, pero no incluye las inversiones como la compra de una máquina (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2021).

En el Gráfico 5, se visualiza que el saldo de gastos de operación se ubica en USD 1.754,32 millones en 2015 y USD 1.695,43 millones en 2016, lo que significa un decremento anual de 3,36%. Ello influenciado por la situación económica que atravesaba país por los bajos precios del petróleo. Posteriormente, se recupera y tiene su mayor incremento de 13,56% del 2016 al 2017, para luego

alcanzar la cifra de 2.200,41 millones de dólares, equivalente a crecimiento anual menor de 8,34% del 2018 al 2019.

Gráfico 5. Evolución de los gastos de operación del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)



Fuente: Superintendencia de Bancos (2019)

Elaboración: Camila Apolo

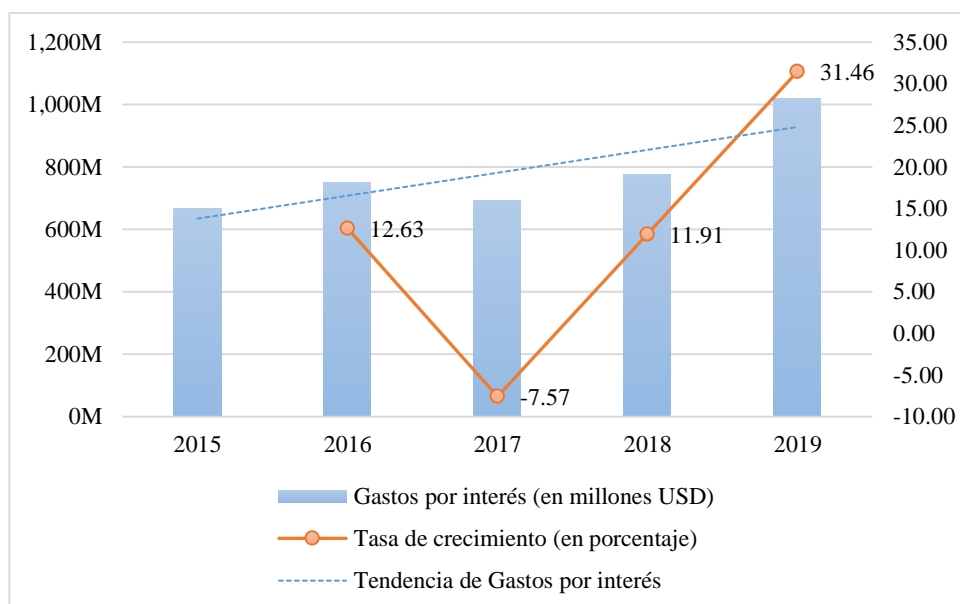
Los gastos de interés o intereses causados son gastos financieros en los que incurre la entidad por el uso de recursos recibidos del público bajo las distintas modalidades, los intereses causados en préstamos recibidos de instituciones financieras y otras entidades públicas o privadas, los intereses causados por valores en circulación y obligaciones convertible en acciones emitidas por la institución y otros intereses (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2021, pp.19).

Por lo que, los gastos por interés son todos aquellos que derivan de la obtención de financiación o titularidad de cualquier pasivo financiero. Por ejemplo, el tipo de interés pagado por las deudas. El Gráfico 6 indica un crecimiento de 12,63%, contabilizando una cifra de 666,29 a 750,48 millones de dólares en gasto de interés del 2015 al 2016. Dicho aumento proviene de un crecimiento de 38,46% en los intereses causados por las obligaciones financieras, y un incremento de 9,29% de dicho interés por obligaciones con el público en estos años. Estas dos subcuentas componen aproximadamente el 99% de los gastos de interés en el periodo de estudio.

Para el 2017, se da un decrecimiento de 7,57% de los gastos de interés, en términos anuales 693,64 millones de dólares. Así mismo, esto se explica porque el interés causado de las obligaciones con el público decreció en 9,90% y las obligaciones financieras apenas aumentaron en 5,55% del 2016 al 2017.

Después, de estos años el crecimiento de dichos gastos se ha incrementado, acumulando un saldo de USD 1.020,45 millones en el 2019. Donde, los intereses causados por las obligaciones con el público aumentaron en 30,02%, y las obligaciones financieras en 39,09% del 2018 al 2019.

Gráfico 6. Evolución de los gastos provenientes de interés del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)



Fuente: Superintendencia de Bancos (2019)

Elaboración: Camila Apolo

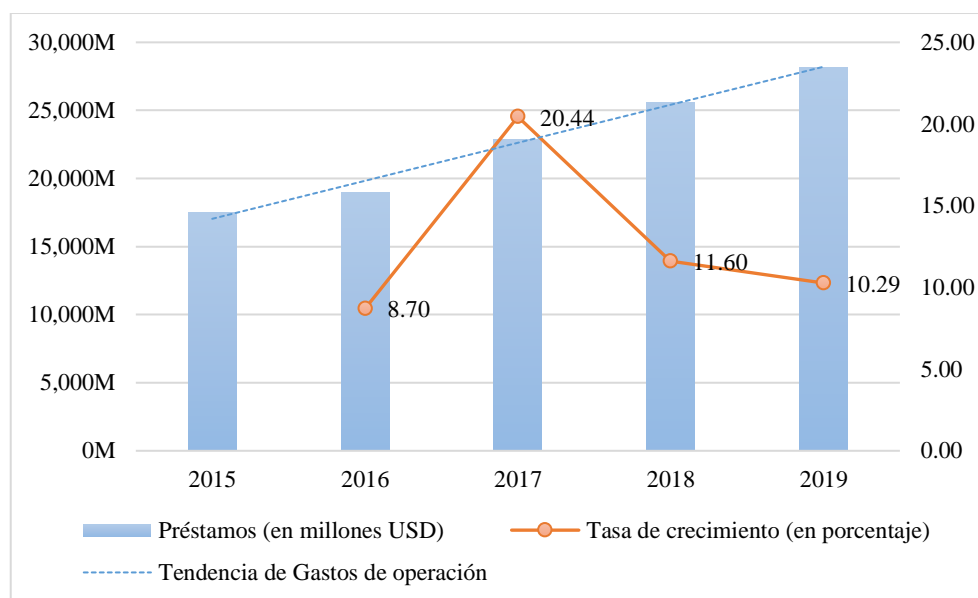
3.1.4. Préstamos

Los préstamos son “una obligación contractual en que un prestamista entrega dinero a un prestatario a cambio de interés y/o comisiones, al cabo de un tiempo determinado” (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2021). En la presente investigación se ha tomado en cuenta la cartera neta para representar la variable préstamos, la cual es un activo para los bancos. En efecto, según datos de la Superintendencia de Bancos (2019), la cartera neta de los bancos privados conforma el 56,66% en diciembre el 2015 y 63,20% el 2019 del total de activos del Sistema de Bancos privados, constituyéndose como el mayor activo productivo.

Como se presenta en el Gráfico 7, la evolución de los préstamos del Sistema Bancario Privado es creciente en el periodo 2015-2019. En el 2015, la cartera neta es menor debido a una baja del pasivo en 2.916,06 millones de dólares, sobre todo por una disminución de los depósitos del público y a un incremento del patrimonio en 161,02 millones. Dicha reducción de la cartera de créditos durante el año 2015 es asociada al menor dinamismo de la economía, por ende, los bancos durante la época de recesión tuvieron que disminuir diferentes líneas de crédito debido a la ralentización de la colocación de crédito

(Banco Central del Ecuador, 2020). Del 2016 al 2017, se denota un alto incremento de 20,44% de los préstamos, pasando de USD 19.008,58 a 22.894,51 millones, respectivamente. Donde, las instituciones financieras empezaron nuevamente a dinamizar la colocación de créditos durante los años 2016 y 2017. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la cartera neta comienza a disminuir a partir del 2018, llegando únicamente a una tasa de crecimiento de 10,29% del 2018 al 2019.

Gráfico 7. Evolución de los préstamos del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)



Fuente: Superintendencia de Bancos (2019)

Elaboración: Camila Apolo

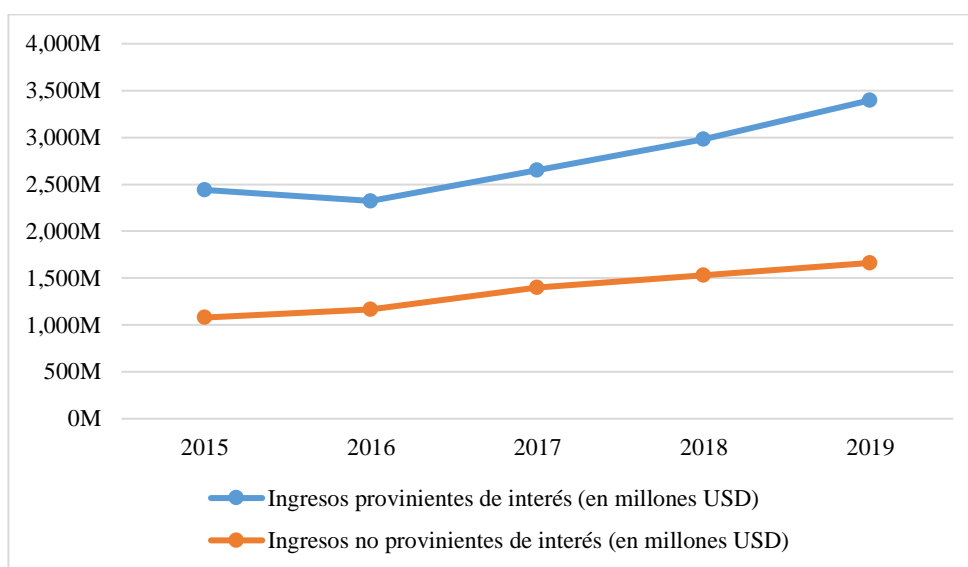
3.1.5. Ingresos provenientes y no provenientes de interés

Por una parte, los ingresos provenientes de interés son parte de los ingresos financieros y son aquellos rendimientos provenientes de las gestiones en operaciones financieras, como ingresos generados por los recursos colocados bajo la modalidad de depósitos, fondos interbancarios vendidos, operaciones de reporto, inversiones, cartera de créditos, así como los descuentos ganados o diferencia entre el valor nominal y el costo de adquisición de los activos. Por otra parte, los ingresos no provenientes de interés financieros son los ingresos que no provienen de actividades propias de la banca como las comisiones ganadas, utilidades financieras, ingresos por servicios, ingresos operacionales y otros ingresos (Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2021).

Durante el periodo de análisis, los ingresos provenientes de interés han presentado un mayor crecimiento que los no provenientes, sobre todo desde el 2017 como se puede ver en el Gráfico 8. En el 2015, los ingresos financieros registraron una disminución de 2.440,74 a 2.323,32 millones de

dólares, equivalente a un decrecimiento anual de 4.81%. En los años posteriores, se observa un crecimiento similar y constante de estos ingresos, a diferencia de los ingresos no financieros. Por su parte, los ingresos no financieros experimentaron su mayor crecimiento durante los años 2016-2017, registrando un saldo anual de USD 1.164,58 y 1.401,55 millones, respectivamente.

Gráfico 8. Evolución de los ingresos provenientes y no provenientes de interés del Sistema Bancario Privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en millones de USD)



Fuente: Superintendencia de Bancos (2019)

Elaboración: Camila Apolo

Estadísticos de las variables del modelo DEA

Previo a realizar el modelo DEA para los bancos ecuatorianos del periodo 2015-2019, se establecen los estadísticos descriptivos de las variables a emplear en dicho modelo, tales como media, desviación estándar, máximo y mínimo, proporcionados en la Tabla 3, para los resultados calculados en el programa R ver el Anexo 1.

Los préstamos, vistos como cartera neta, presentan un promedio de 980,99 millones de dólares para el periodo 2015-2019, con un mínimo de USD 2,91 millones y un máximo de USD 6.963,00 millones. A diferencia de los depósitos que se componen de los depósitos a la vista y a plazo, y superan a los préstamos, donde en promedio alcanzan la cifra de USD 1.261,88 millones, con un mínimo de 3,29 millones de dólares y un máximo de 8.557,27 millones.

Los ingresos provenientes de interés en promedio duplican a los no provenientes de interés, sus cifras son de USD 119,89 y USD 56,08 millones en promedio, respectivamente. Además, los gastos de operación y de interés presentan un promedio de 82,37 y 33,76 millones de dólares para el periodo 2015-2019.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo DEA del periodo 2015-2019 (en millones de USD)

VARIABLES	Tipo de variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Gastos de operación	<i>Input</i>	82,37	135,02	2,32	673,58
Gastos de interés	<i>Input</i>	33,76	46,14	0,09	202,01
Depósitos	<i>Output</i>	1.261,88	1.917,83	3,29	8.557,27
Préstamos	<i>Output</i>	980,99	1.501,90	2,91	6.963,00
Ingresos provenientes de interés	<i>Output</i>	119,89	185,39	0,99	930,63
Ingresos no provenientes de interés	<i>Output</i>	56,08	92,72	0,32	418,63

Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

3.2. Modelo de Eficiencia DEA

La primera etapa incluye la estimación de la eficiencia técnica (ET) con la aplicación de la metodología no paramétrica de Data Envelopment Analysis (DEA). Para luego identificar las entidades bancarias eficientes e ineficientes, determinando las pautas para mejorar su desempeño y los bancos que servirían como referencia de mejora para otros (Jackson y Fethi, 2000; Pasiouras, 2008; Samad, 2008; Garza, 2012; Peretto, 2016; Lema, 2017; Riofrio, 2017).

Por lo que, el objetivo de esta sección de Resultados es evaluar la eficiencia técnica de las entidades bancarias utilizando el modelo no paramétrico del DEA VRS, descrito en el Capítulo 2 de Metodología, con el objetivo de estimar la medida de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos durante el período 2015-2019. Así, identificando y cuantificando las causas de eficiencia e ineficiencia, y exponiendo las pautas de mejora para las instituciones ineficientes. A continuación, se presentan los resultados del modelo DEA.

3.2.1. Resultados del DEA

El análisis se realiza a las entidades del Sistema Bancario Privado ecuatoriano, y se incorpora únicamente a los bancos que permanecieron activos durante todo el periodo de análisis, del 2015-2019. De tal manera que se aplicó la metodología a 22 bancos privados ecuatorianos, que al 2019 representan el 94,33% de los activos del total del Sistema Bancario Privado y el 79,85% de los activos del Sistema Financiero Nacional (público y privado).

En la presente investigación, no se consideraron los bancos privados como VisionFund Ecuador S.A. y Diners Club del Ecuador S.A. por la falta de información completa para la totalidad del periodo

seleccionado de 2015-2019. En primer lugar, VisionFund no conformaba parte de los bancos privados del Ecuador en el 2015, debido a que en este año se convirtió en la Sociedad Financiera VisionFund.

Posteriormente, mediante resolución No. SB-DTL-2016-810 del 26 de agosto del 2016, se consolidó como Banco VisionFund especializado en el segmento de microfinanzas, con previa aprobación de la Superintendencia de Bancos (Banco VisionFund Ecuador S.A., 2022). En segundo lugar, Diners Club se convirtió en un banco privado, especializado en el segmento de consumo, por medio de la resolución dispuesta en la Ley Orgánica para la Reestructuración de las Deudas de la Banca Pública y Banca Cerrada de la Superintendencia de Bancos del 30 de mayo de 2017 (Angulo, 2017). Por ello, la Sociedad Financiera Diners Club pasó a constituirse como Banco Diners Club del Ecuador S.A. en el 2017, con un capital autorizado de 200 millones de dólares. De esta manera, Diners cumplió con las disposiciones del Código Monetario y Financiero ya que este no contempla a las sociedades financieras, por lo que este tipo de instituciones se fusionaron, liquidaron o convirtieron. Por lo tanto, al no pertenecer a los bancos privados y ser sociedades financieras en el periodo de análisis (2015-2019), VisionFund en el 2015 y Diners Club en los años anteriores al 2017, se los excluye en la presente investigación.

Los datos utilizados para este modelo se obtienen de los Boletines Financieros de la Superintendencia de Bancos del Ecuador de diciembre para el periodo 2015-2019. Con dicha información, se realiza un panel de datos de 22 instituciones bancarias privadas del Ecuador. Se analiza a las entidades bancarias del Ecuador para el periodo 2015-2019 por medio del modelo no paramétrico DEA.

Modelo DEA aplicado al Sector Bancario ecuatoriano (2015-2019)

En primer lugar, se procede a calcular los índices de eficiencia técnica para analizar el desempeño de las entidades financieras, mediante el modelo DEA con Retornos Variables a Escala (VRS) con la ayuda del software R. En la Tabla 4, se estima la eficiencia técnica (ET), para cada entidad y cada año del periodo de estudio 2015-2019. Las variaciones de eficiencia de las entidades bancarias pueden ser motivo de decisiones y formas de manejo administrativo de cada institución.

Tabla 4. Puntajes de eficiencia técnica para cada entidad bancaria privada ecuatoriana con Modelo DEA VRS (2015-2019)

DMUs	Bancos	2015	2016	2017	2018	2019	Promedio
1	Bp Guayaquil	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	Bp Pacifico	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	Bp Pichincha	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
4	Bp Produbanco	1,0000	1,0000	0,9799	1,0000	0,9928	0,9945
5	Bp Austro	0,9366	0,9301	0,9278	0,9582	0,9064	0,9318
6	Bp Bolivariano	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9867	0,9973
7	Bp Citibank	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
8	Bp General Rumiñahui	0,9365	0,9011	0,9208	0,9514	0,9531	0,9326

9	Bp Internacional	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	Bp Loja	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	Bp Machala	0,8090	0,8476	0,8745	0,8555	0,8570	0,8487
12	Bp Solidario	0,9678	1,0000	1,0000	0,9922	0,9897	0,9899
13	Bp Procredit	0,8693	0,8645	0,7306	0,7481	0,9295	0,8284
14	Bp Amazonas	0,9455	1,0000	0,9139	0,9340	1,0000	0,9587
15	Bp Comercial De Manabi	0,9685	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9937
16	Bp Litoral	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
17	Bp Coopnacional	1,0000	1,0000	1,0000	0,9387	0,9595	0,9796
18	Bp Capital	1,0000	0,9897	0,8168	1,0000	1,0000	0,9613
19	Bp Finca	0,7729	0,9491	0,9241	0,9757	0,9215	0,9087
20	Bp Delbank	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
21	Bp D-Miro S.A.	0,9512	0,9594	0,9712	0,9380	0,9424	0,9524
22	Bp Bancodesarrollo	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Total		0,9617	0,9746	0,9573	0,9678	0,9745	0,9672

Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

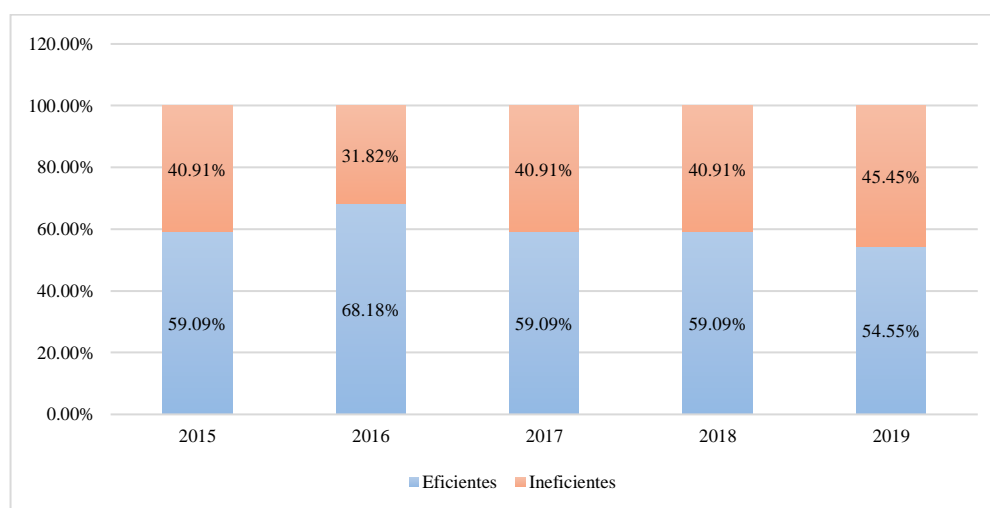
Elaboración: Camila Apolo

En el análisis de eficiencia, nueve instituciones bancarias privadas son eficientes técnicamente durante todo el periodo de análisis 2015-2019, es decir menos de la mitad de los bancos analizados son eficientes, representando el 40,91% del total de entidades. Dichos bancos eficientes durante todo el periodo son el Banco de Guayaquil, el Banco Pacífico, el Banco Pichincha, el Banco Citibank, el Banco Internacional, el Banco de Loja, el Banco del Litoral, el Banco DelBank y el Banco Codesarrollo. Por otra parte, las instituciones financieras ineficientes durante todo el periodo fueron seis; el Banco del Austro, el Banco General Rumiñahui, el Banco de Machala, el Banco ProCredit, el Banco FINCA y el Banco D-Miro, los cuales conforman el 27,27% del total de bancos. Mientras que el porcentaje restante presentaron resultados eficientes e ineficientes en determinados años del análisis. Cabe señalar que la institución financiera ProCredit tiene el promedio más bajo del nivel de eficiencia técnica con 82,84% en el periodo estudiado.

Existen casos donde el puntaje de la eficiencia técnica ha tenido un comportamiento bastante fluctuante, como es el caso del Banco ProCredit, el Banco Amazonas, el Banco FINCA y el Banco Capital. Por ejemplo, el Banco ProCredit alcanza un puntaje del 73,06% en el 2017, siendo el puntaje más bajo observado en todo el periodo, y para el 2019 pasa a tener 92,95%. Otro ejemplo es el Banco Capital cuyo puntaje resulta 81,68% en el 2017. No obstante, los siguientes años logra alcanzar un nivel óptimo de eficiencia y lo mantiene hasta el final del periodo. Esto a su vez demuestra que el rango de la estimación de eficiencia técnica estimada anual de los bancos privados ecuatorianos va de 73,06% a 100%.

En el Gráfico 9, se denota las entidades bancarias privadas eficientes e ineficientes técnicamente por año, indicando su porcentaje sobre el total de 22 instituciones analizadas en el periodo 2015-2019. Donde, el mayor número de bancos privados eficientes se presenta en el año 2016, con 15 instituciones eficientes, que constituyen el 68,18% del total de bancos. En contraste, la menor concentración de entidades bancarias eficientes se da en el 2019 con 12 DMUs (54,55%). Esto indica que hubo desmejoras en eficiencia técnica en este año, y así los bancos ineficientes aumentaron.

Gráfico 9. Entidades bancarias privadas técnicamente eficientes e ineficientes por año del periodo 2015-2019 (en porcentaje)

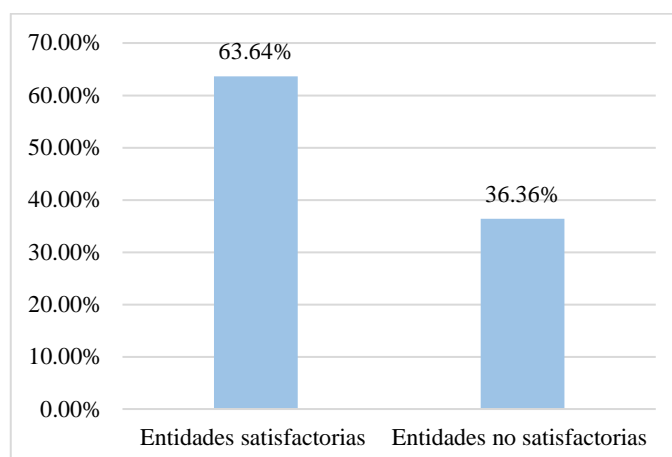


Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

A lo largo del periodo, se observa una eficiencia técnica media del Sector Bancario ecuatoriano con valores superiores al 90% como se denota la Tabla 4. La eficiencia técnica promedio del periodo es de 96,72%, por lo que este valor puede ser utilizado para denotar un nivel de eficiencia técnica satisfactoria, donde las entidades bancarias que presentan un nivel de eficiencia que supere a la media, son consideradas satisfactorias. Como indica el Gráfico 10, de las 22 instituciones bancarias privadas consideradas en el periodo, 14 presentan una media superior al nivel de eficiencia satisfactoria, representando el 63,64% del Sector.

Gráfico 10. Entidades bancarias satisfactorias y no satisfactorias técnicamente eficientes en promedio del periodo 2015-2019 (en porcentaje)



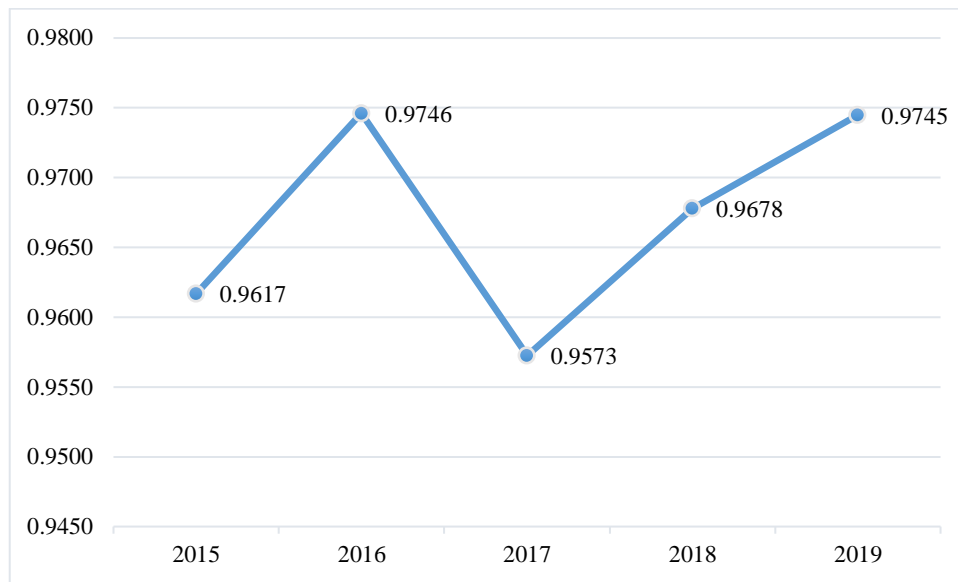
Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Por ende, la eficiencia técnica del Sector en promedio en los distintos años, además de indicar un nivel satisfactorio de eficiencia técnica, al mismo tiempo sugiere que aproximadamente el 96,72% de los inputs o recursos de los bancos privados ecuatorianos (los gastos de operación y los gastos de interés), fueron utilizados para generar outputs en el periodo (los depósitos, los préstamos, los ingresos provenientes de interés y los ingresos no provenientes de interés).

Como se refleja en el Gráfico 11, los niveles de eficiencia técnica estimada en promedio presentan una mejora al variar de 96,17% a 97,45%, al inicio y final del 2015-2019. Los bancos ecuatorianos alcanzan la mayor eficiencia técnica promedio del periodo 97,46% en el 2016, esto debido a que 15 instituciones fueron eficientes, y los 7 bancos restantes ineficientes tienen un puntaje de eficiencia superior a 84% (ver Anexo 2). No obstante, al siguiente año, se experimenta la menor eficiencia técnica en promedio del periodo, consolidándose en 95,73%, donde el Banco ProCredit tiene el puntaje más bajo de eficiencia del periodo; seguido por el Banco Capital con 81,68%. Posteriormente en el 2018, la eficiencia técnica en promedio aumenta a 96,78%, hasta consolidarse en 97,45% en el 2019, esto debido a que bancos privados como el Banco General Rumiñahui, el Banco de Machala, el Banco ProCredit, el Banco Amazonas, el Banco de la CoopNacional y el Banco D-Miro presentaron aumentos en sus puntajes de eficiencia técnica.

Gráfico 11. Eficiencia técnica promedio del Sector bancario privado ecuatoriano del periodo 2015-2019 (en puntaje)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Por tanto, los bancos privados en promedio lograron producir un mismo nivel de outputs mediante un empleo adecuado de los inputs analizados, al operar con una eficiencia técnica próxima a la óptima, al incrementar puntaje de eficiencia técnica en promedio de 96,17% a 97,45% en el periodo de estudio 2015-2019. La eficiencia técnica en promedio presenta una desmejora en el 2017 con respecto al del 2018 (96,78%), llegando a su nivel más bajo de eficiencia técnica del periodo. A pesar de esta mejora en el puntaje de eficiencia técnica, la cantidad de bancos eficientes del periodo ha disminuido, variando de 59,09% a 54,55% del total de entidades bancarias.

Vale señalar, que el número de veces que un banco eficiente forma parte del conjunto de referencia de bancos ineficientes para cada año del periodo se encuentra especificado en el Anexo 3. Finalmente, el modelo DEA empleado en este Capítulo, estima la eficiencia técnica relativa de un banco respecto a otros del mismo año, mas no se obtiene los determinantes de dicha eficiencia. Por lo que, en el siguiente Capítulo se utiliza el Modelo Tobit para establecer los determinantes significativos de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos en el periodo 2015-2019.

4. Determinantes de la eficiencia técnica de los bancos privados del Ecuador

El objetivo de este capítulo es examinar los determinantes de la eficiencia técnica de los bancos ecuatorianos. Una vez que se obtiene la estimación de la eficiencia técnica de cada banco mediante el modelo DEA en una primera etapa, el análisis de la segunda etapa se lo desarrolla a partir del modelo Tobit. Este modelo econométrico es utilizado para obtener los determinantes que tienen un impacto significativo en la eficiencia técnica de los bancos (Jackson y Fethi, 2000; Barth, Caprio y Levine, 2004; Pasiouras, 2008; Kumar y Gulati, 2009; Almanza, 2012; Garza, 2012; Singh y Fida, 2015; Lema, 2017).

Para la aplicación del modelo Tobit, la data proviene de los Boletines de la Superintendencia de Bancos del Ecuador para diciembre 2015-2019. Se emplea un panel de datos balanceado de 22 instituciones bancarias privadas del Ecuador, donde en total existen 110 observaciones que pertenecen a los 22 bancos analizados durante cinco años.

El modelo Tobit utiliza al puntaje de Eficiencia Técnica (ET) obtenido en el DEA VRS como variable dependiente. Como en estudios previos, debido a la limitación de la naturaleza de la variable dependiente o medida de eficiencia que va de 0 a 1, se prefiere utilizar el modelo Tobit en lugar del MCO. En cuanto a las variables independientes, se utiliza el nivel de capitalización, el riesgo de liquidez, la Rentabilidad sobre los Activos ROA, el riesgo de crédito, el tamaño del banco, la cuota de mercado en porcentaje, la concentración del mercado; variables explicadas previamente en el Capítulo 2 de Metodología. Previo a presentar los resultados del Tobit, se analizan estadísticos importantes de las variables a usar en el modelo.

4.1. Estadísticos de las variables del modelo Tobit

Los estadísticos descriptivos como medias, desviaciones estándares, máximo y mínimo de las variables utilizadas en el modelo Tobit están resumidas en la Tabla 5, para los resultados completos en el programa R ver el Anexo 4. Se observa que el puntaje de ET promedio es de 97,72% durante el periodo 2015-2019. La estimación de ET tiene su mínimo en 73,06% y su máximo en 1.

El ROA tiene un promedio de 0,36% para el periodo analizado, lo que quiere decir que los bancos ecuatorianos privados no están valorados positivamente en cuanto a su rentabilidad. Ello pues, para que se considere positiva la capacidad de generar ganancias con los activos de las empresas, debe superar el 5%. Adicionalmente, el mínimo valor del ROA es -28,66% y su máximo 2,85%, esta última constituye una cifra relativamente más cercana a una valoración positiva de su rentabilidad.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de los determinantes de la Eficiencia Técnica (2015-2019)

VARIABLES	Abreviación	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Puntaje de eficiencia técnica	<i>ett</i>	0,97	0,06	0,73	1,00
Nivel de capitalización	<i>cap</i>	0,15	0,08	0,08	0,48
Riesgo de liquidez	<i>rliq</i>	1,09	1,04	0,17	6,80
Rentabilidad sobre los Activos (ROA)	<i>roa</i>	0,36	3,10	-28,66	2,85
Riesgo de crédito	<i>rcred</i>	0,59	0,14	0,13	0,83
Tamaño del banco	<i>size</i>	13,05	1,79	9,62	16,25
Cuota de mercado en porcentaje	<i>sharem</i>	4,40	6,59	0,04	28,93
Concentración de mercado	<i>concenm</i>	62,40	159,63	0,00	836,81

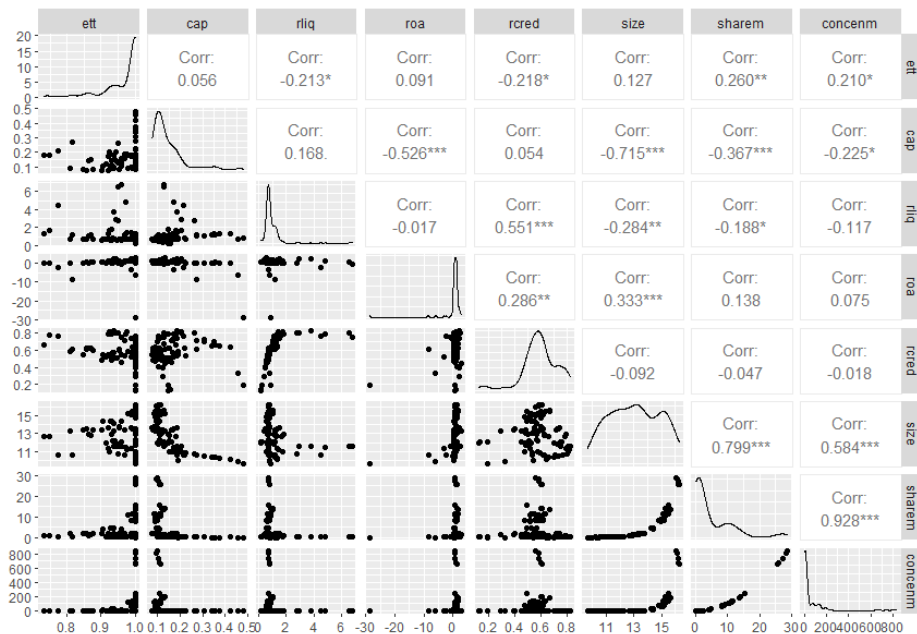
Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Previo a correr la regresión del Tobit, se genera la matriz de dispersión y correlación de las variables del modelo en el Gráfico 12. El riesgo de liquidez, el riesgo de crédito, la cuota de mercado y la concentración de mercado son las variables que están significativamente correlacionados con la ET. Donde, el riesgo de liquidez y el riesgo de crédito están negativamente correlacionados con la eficiencia técnica, y las demás variables tienen una relación positiva.

La correlación entre las variables independientes es pequeña, con la excepción de la cuota de mercado y la concentración del mercado puesto que la segunda variable se calcula como la sumatoria al cuadrado de los valores de la primera.

Gráfico 12. Matriz de dispersión y correlación de las variables del modelo Tobit (2015-2019)



Nota: *, ** y *** indican que el valor es estadísticamente significativo al 5%, 1 %, 0,1% de nivel de significancia, respectivamente.

Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

4.2. Resultados del Tobit

Para establecer la relación entre los determinantes de los bancos con la eficiencia técnica, se estima el modelo econométrico Tobit descrito en el Capítulo 2 de Metodología para los años 2015-2019. Como se menciona en dicho capítulo, el Tobit con datos de panel puede presentar especificaciones técnicas de efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE). Ante ello, se emplea el Test de Hausman que compara las estimaciones de los dos modelos, para distinguir si la diferencia entre los coeficientes de FE y RE es sistemática o no (Montero, 2011). La regresión de los modelos fue realizada en Stata, y sus resultados son significativos al 5% de nivel de significancia o más. En la siguiente tabla se presentan los coeficientes y el respectivo test.

Tabla 6. Test de Hausman para los modelos Tobit con efectos fijos y aleatorios para los bancos privados ecuatorianos (2015-2019)

<i>Variables</i>	<i>Efectos Fijos</i>		<i>Efectos Aleatorios</i>	
<i>cap</i>	0,087		(0,431)	0,074 (0,530)
<i>rliq</i>	-0,004		(0,461)	-0,010 (0,119)
<i>roa</i>	0,006 **		(0,002)	0,003 (0,162)
<i>rcred</i>	-0,120 **		(0,008)	-0,097 * (0,046)
<i>size</i>	-0,025 **		(0,009)	-0,007 (0,663)
<i>sharem</i>	0,016 ***		(0,000)	0,007 (0,339)
<i>concenm</i>	0,000 **		(0,002)	0,000 (0,456)
<i>Test de Hausman</i>				
<i>chi²(7)</i>			43,570	
<i>Prob>chi²</i>			0,000	

Notas: (1) *, ** y *** indican que el valor es estadísticamente significativo al 5%, 1 %, 0,1% de nivel de significancia, respectivamente; (2) El p-value está entre paréntesis; (3) Para los resultados completos de las estimaciones del modelo Tobit calculados en Stata ver el Anexo 5 y 6.

Elaboración: Camila Apolo

El test de Hausman tiene como hipótesis nula (H0) que la diferencia entre los coeficientes no es sistemática, y la hipótesis alternativa (H1) cuando es sistemática (ver Anexo 6). Como se observa en la Tabla 6, se rechaza la H0, entonces la diferencia entre coeficientes de los efectos fijos y aleatorios es sistemática. Por lo que, se prefiere usar el modelo Tobit con FE debido a que a pesar de que los coeficientes no son eficientes, son consistentes, y los del RE no lo son. Frente a este sesgo de los estimadores de RE, se opta por los de FE.

Adicionalmente, se observa que los coeficientes del modelo con FE difieren en magnitud, pero sobre todo en su significancia a los del RE, en este último la única variable significativa es el riesgo de crédito. Esto a su vez implica que es mejor escoger los estimadores más consistentes que son los de FE.

Determinantes de la eficiencia técnica

Con el fin de obtener los determinantes de la eficiencia técnica, la variable dependiente del modelo Tobit es la estimación de eficiencia técnica obtenida previamente en el modelo DEA. Por lo que, un coeficiente positivo implica que la eficiencia técnica aumenta, mientras que un coeficiente negativo indica una asociación donde la eficiencia disminuye. A continuación, se presenta la especificación del modelo Tobit de panel balanceado con efectos fijos para los bancos privados del Ecuador en el periodo 2015-2019.

En la Tabla 7, se exponen los resultados de los modelos Tobit con efectos fijos. Donde, se probaron dos especificaciones del modelo. En el modelo A, se emplea variables como nivel de capitalización (*cap*), riesgo de liquidez (*rliq*), Retorno sobre Activos (*roa*), y riesgo de crédito (*rcred*), y el modelo B utiliza todas las variables anteriormente expuestas. Se realizan dichos modelos con el fin de corroborar los resultados.

Tabla 7. Resultados de los modelos Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (2015-2019)

<i>Variables</i>	<i>(A)</i>		<i>(B)</i>	
<i>cap</i>	0,167 *	(0,030)	0,087	(0,431)
<i>rliq</i>	-0,006	(0,328)	-0,004	(0,461)
<i>roa</i>	0,005 *	(0,014)	0,006 **	(0,002)
<i>rcred</i>	-0,107 *	(0,032)	-0,120 **	(0,008)
<i>size</i>			-0,025 **	(0,009)
<i>sharem</i>			0,016 ***	(0,000)
<i>concenm</i>			0,000 **	(0,002)
<i>constante</i>	1,010 ***	(0,000)	1,313 ***	(0,000)
<i>Nro. Bancos</i>	110		110	
<i>Pseudo R²</i>	-0,043		-0,110	
<i>Likelihood ratio test</i>				
<i>LR chi²(7)</i>	13,790		34,830	
<i>Prob>chi²</i>	0,008		0,000	

Notas: (1) *, ** y *** indican que el valor es estadísticamente significativo al 5%, 1 %, 0,1% de nivel de significancia, respectivamente; (2) Las columnas (A) y (B) presentan los coeficientes de los modelos Tobit con las variables seleccionadas, y el p-value entre paréntesis; (3) Para los resultados completos de las estimaciones del modelo Tobit calculados en R y Stata ver el Anexo 7 y 8.

Elaboración: Camila Apolo

La Rentabilidad sobre Activos (ROA), presenta un efecto positivo estadísticamente significativo sobre la eficiencia técnica en las especificaciones A y B, aunque con un mayor nivel de significancia del 1% en la última especificación. Ello indica que mientras más ingresos netos sobre activos o más rentable el banco, mayor eficiencia técnica (ET). Este descubrimiento está en línea con estudios como Jackson y Fethi (2000), Aboagye et al. (2012), Güneş y Yilmaz (2016), y Lema (2017). Otros autores como Kumar y Gulati (2009) y Garza (2012) obtienen resultados significativos de esta variable, pero con un efecto negativo.

De igual manera, la cuota de mercado en término de activos tiene un coeficiente positivo y es estadísticamente significativo, es decir, mientras más porcentaje de activos del banco sobre los activos del sector, mayor eficiencia técnica. Autores como Garza (2012), Güneş y Yilmaz (2016) y Lema (2017) corroboran estos resultados.

Por otro lado, el tamaño de los bancos es estadísticamente significativo y negativo, por lo que, a mayor tamaño del banco, disminuye su eficiencia técnica. Esto pues, a mayor posesión de activos por cada banco no necesariamente hay mayor eficiencia técnica. Por esto, no parecen existir economías de escala, y la idea de que los bancos más grandes tienen mayor eficiencia no se sostiene en los bancos privados del Ecuador. Autores como Güneş y Yilmaz (2016), confirman que el tamaño del banco tiene un efecto negativo y significativo. Singh y Fida (2015) obtiene el mismo efecto negativo, pero no es significativo estadísticamente. Por el contrario, Garza (2012) y Lema (2017) presentan resultados de que no es significativo su impacto positivo, y Jackson y Fethi (2000) obtienen que dicho efecto positivo es significativo. Por ello, la variable de tamaño en diferentes estudios ha sido un determinante que varía en significancia y en su efecto positivo o negativo sobre la eficiencia técnica.

El riesgo de crédito, medido como el ratio de los préstamos sobre activos totales, tiene un impacto negativo y significativo sobre la eficiencia técnica en ambas especificaciones. Esto sugiere que, a mayor ratio de préstamos, lo que conlleva potencial de aumentar el número de préstamos incobrables y altas cancelaciones de deudas incobrables y otras provisiones para pérdidas por deterioro, se reduce la ET. Este hallazgo es consistente con estudio de Pasiouras (2008), Aboagye et al. (2012) y Lema (2017). Por otra parte, Garza (2012) encuentra que los préstamos sobre los activos totales mejoran la ET.

La concentración del mercado a partir del Índice Herfindahl-Hirschman (HHI), tiene una significancia estadística negativa sobre la ET, pero en menor medida. Ello se explica puesto que, a mayor concentración del Sistema Bancario, menor eficiencia técnica porque los activos del sector tienden a concentrarse en pocos bancos de mayor tamaño. Los resultados son consistentes Aboagye et al. (2012), no obstante, para Lema (2017) a pesar de que tenga un efecto negativo, no presenta significancia estadística.

En cuanto a la especificación A, la variable de nivel de capitalización es significativa al 5% de nivel de significancia. Esto concuerda con autores como Garza (2012) y Lema (2017) donde el nivel de capitalización también tiene un impacto positivo y significativo. Por ende, un mayor nivel de capitalización, entendido como la parte de los activos que están directamente cubiertos por el capital neto, tiende a mejorar el desempeño de la eficiencia técnica de los bancos privados ecuatorianos. A diferencia de la especificación B, donde el nivel de capitalización presenta un signo positivo, pero no es estadísticamente significativo para la eficiencia técnica.

Así mismo, ambas especificaciones coinciden en que el riesgo de liquidez impacta negativamente a la eficiencia técnica pero no es estadísticamente significativa para explicar a la ET. Ello difiere de estudios como Singh y Fida (2015) y Lema (2017), donde posee un coeficiente positivo y estadísticamente significativo.

Por último, en los modelos A y B se obtiene el *Likelihood Ratio test* (LR test), el cual en ambos casos es significativo. Ello indica que las variables de la regresión Tobit en su conjunto son relevantes para explicar a la variable de eficiencia técnica.

Por tanto, las variables que según los resultados tienen un efecto mayor y que son significativas como determinantes de la eficiencia técnica son las variables de riesgo de crédito, seguido del tamaño del banco, la cuota del mercado y el ROA, en dicho orden. Las variables ROA y riesgo de crédito son aquellas tienen un impacto positivo y negativo, respectivamente, el cual es significativo en ambas especificaciones. Vale indicar que el nivel de capitalización tiene un impacto positivo y significativo en el modelo A, y pierde su significancia en el modelo B. Y la variable de riesgo de liquidez permanece sin significancia estadística en ambas especificaciones.

Además, variables como el ROA y la cuota de mercado tienen un efecto positivo y significativo sobre la ET, es decir, mientras más rentable un banco y más activos posea sobre los activos del sector, mayor eficiencia técnica. Sobre dichas variables, los bancos privados ecuatorianos deben enfocarse para mejorar su desempeño a través de la eficiencia técnica.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Las instituciones bancarias pueden contribuir a elevar el crecimiento económico y bienestar de la sociedad al canalizar los recursos por medio de la intermediación financiera, entre actores con excedente de capital hacia actores con déficit. Así, los bancos constituyen la institución del Sistema Financiero más importante, concentrando más del 80% de los activos del total del SFN. Debido a la importancia de este sector, surge la motivación de evaluar su eficiencia técnica, al ser una herramienta para estudiar el desempeño de los bancos, y realizar un seguimiento que permita sugerir mejoras en los servicios que estos proporcionan a la sociedad.

El objetivo de este estudio fue aplicar una metodología DEA en dos etapas para investigar la eficiencia técnica (ET) de bancos privados ecuatorianos y los determinantes de dicha eficiencia para el periodo 2015-2019. En este sentido, el modelo DEA es un modelo no paramétrico de naturaleza multiproducto, lo que permite analizar y relacionar múltiples inputs y outputs. Por ende, constituye una herramienta que analiza la eficiencia bancaria de manera global y no es una medida de eficiencia parcial como los ratios financieros. Además, de que el modelo DEA permite evaluar la eficiencia técnica de cada entidad, obtiene información sobre los bancos que son referencia para mejorar el desempeño individual.

Este estudio utiliza una metodología en dos etapas, que comprende un periodo de análisis de eficiencia técnica reciente de la banca ecuatoriana junto con un modelo Tobit, para explicar los determinantes de dicha eficiencia. Esta metodología de dos etapas se aplicó a 22 bancos privados ecuatorianos, que al 2019 representan el 94,33% de los activos del total del Sistema Bancario Privado y el 79,85% de los activos del Sistema Financiero Nacional (público y privado). Los datos utilizados en los modelos se obtienen de los Boletines Financieros de la Superintendencia de Bancos del Ecuador.

Los principales resultados indican que la eficiencia técnica en promedio se ubicó en 96,72% para el periodo de estudio, variando de 96,17% a 97,45% en el 2015 y 2019, respectivamente. El rango de la estimación de eficiencia técnica anual de los bancos va de 73,06% a 100%. Por tanto, los bancos privados en promedio lograron producir un mismo nivel de outputs mediante un empleo adecuado de los inputs analizados, al operar con una eficiencia técnica cercana a la óptima. Los niveles de ET en promedio aumentan para el 2016, alcanzando su mayor medida de 97,46%, sin embargo, al siguiente año los bancos experimentan la menor eficiencia del periodo, consolidándose en 95,73%. Posteriormente en el 2018, la eficiencia técnica en promedio aumenta a 96,78%, hasta consolidarse en 97,45% en el 2019.

El resultado del modelo no paramétrico DEA establece que solo 9 de 22 bancos privados ecuatorianos que operan en el periodo 2015-2019, son eficientes, durante todo el período de análisis y por ende constituyen la frontera de eficiencia de la industria bancaria privada del Ecuador. Los bancos eficientes durante todo el periodo de análisis son el Banco de Guayaquil, el Banco Pacífico, el Banco Pichincha, el Banco Citibank, el Banco Internacional, el Banco de Loja, el Banco del Litoral, el Banco DelBank y el Banco Codesarrollo, representando el 40,91% del total de los bancos estudiados. Por otro lado, los bancos que fueron ineficientes durante todo el periodo 2015-2019 son el Banco del Austro, el Banco General Rumiñahui, el Banco de Machala, el Banco ProCredit, el Banco FINCA y el Banco D-Miro, los cuales conforman el 27,27% del total de bancos. Mientras que el porcentaje restante presentaron resultados eficientes e ineficientes en determinados años del análisis.

Las principales variables que incrementan la eficiencia técnica son la Rentabilidad sobre Activos (ROA) y la cuota de mercado, las cuales son estadísticamente significativas. Entonces, los bancos más rentables, así como los que poseen más activos a comparación del total del sector, son aquellos más eficientes. Por lo que, los bancos privados ecuatorianos deben enfocarse en estas variables para mejorar su desempeño a través de la eficiencia técnica. Por otra parte, el riesgo de crédito, el tamaño del banco y la concentración del mercado presentan un impacto negativo y significativo como determinantes de la eficiencia técnica.

Los resultados del análisis del Tobit aportan evidencia que la variable de riesgo de crédito, seguido del tamaño del banco, la cuota del mercado y el ROA son los determinantes principales que tienen mayores efectos sobre la eficiencia técnica, en ese orden de importancia.

Las variables ROA y riesgo de crédito son aquellas que tienen un impacto positivo y negativo, respectivamente, el cual es significativo en las especificaciones del modelo A y B. Otras variables como el nivel de capitalización tiene un efecto positivo y significativo en la ET del modelo A, y el riesgo de liquidez permanece sin significancia estadística en ambas especificaciones.

Anteriormente se ha visto que el modelo DEA y el Tobit permiten obtener la estimación de la ET y sus determinantes, más aún de su aplicación se obtiene información sobre las pautas de mejoramiento que pueden implementar las entidades públicas y privadas para lograr la eficiencia técnica del sector, y los bancos que se pueden tomar de referencia al encontrarse en la frontera de ET. Lo cual va a ser explicado en la siguiente sección de Recomendaciones.

5.2. Recomendaciones

La presente investigación de eficiencia técnica resulta útil para las autoridades con el objetivo de mejorar la supervisión del sector bancario en base a conocimientos más profundos sobre el desempeño de los bancos, y así impulsar que las entidades bancarias ineficientes logren llegar al óptimo de eficiencia técnica en base a las que se encuentran en la frontera.

Los resultados sugieren que las autoridades o bancos privados ecuatorianos opten por oportunidades de mejora o políticas orientadas al logro de metas específicas relacionadas con las principales variables que incrementan la eficiencia técnica bancaria, las cuales son la Rentabilidad sobre Activos (ROA) y la cuota de mercado, donde al ser más rentables y tener más activos en el sector, son más eficientes técnicamente.

Se debe tomar en cuenta que variables como el riesgo de crédito tiene un mayor impacto negativo significativo sobre la ET en las especificaciones de los modelos. Por tanto, se recomienda fortalecer las políticas bancarias sobre préstamos incobrables, cancelaciones de deudas incobrables y otras provisiones, puesto que decrecen significativamente la eficiencia técnica.

De la igual forma, la variable de tamaño de los bancos posee significancia negativa sobre la ET. Esto quiere decir que mientras más grande un banco, no necesariamente es más eficiente, por lo que se recomienda a los bancos grandes que poseen una cantidad alta de activos a enfocarse en el manejo eficiente de los mismos. Cabe recalcar que los resultados de este análisis pueden ser apoyados con otros indicadores y estudios adicionales con el fin de que las entidades financieras mejoren su eficiencia.

Una limitación del estudio es que en ausencia de las medidas de los precios de los inputs para el modelo DEA, se ha realizado el estudio sobre eficiencia técnica, mas no eficiencia en costos o beneficios. De igual forma, estudios posteriores pueden incluir en el modelo DEA variables para obtener el impacto de supervisión y regulación sobre la eficiencia técnica, y variables macroeconómicas para examinar una visión más holística del sector bancario ecuatoriano.

Esta investigación complementa a la literatura financiera ecuatoriana al introducir un análisis estadístico del periodo 2015-2019, constituyéndose como un estudio previo a la ocurrencia de la pandemia del Covid-19. Por lo que, se recomienda que estudios futuros realicen un análisis y comparación de periodos posteriores a la pandemia mundial para establecer los efectos en el puntaje de eficiencia técnica y sus determinantes causados por la crisis sanitaria.

El actual análisis puede ampliarse tanto para bancos públicos como cooperativas, mutualistas, entre otras instituciones financieras, de tal forma que se genere más información que aporte para el análisis y mejor desempeño de este importante sector de la economía.

Referencias bibliográficas

- Aboagye, A., Gemegah, A., & Saka, A. (2012). Technical Efficiency of the Ghanaian Banking Industry and the Effects of the Entry of Foreign Banks. *Journal of African Business*, 13:3, 232-243. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/15228916.2012.727755>.
- Ahmad, A. (2016). Measurement of Technical Efficiency in Afghanistan Banks: A Data Envelopment Analysis Approach. (Doctoral dissertation). Ritsumeikan Asia Pacific University, Beppu.
- Akhtar, M., & Nishat, M. (2002). X-efficiency analysis of commercial banks in Pakistan: A preliminary investigation. *The Pakistan Development Review*, 41(4), 567-580. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/41263369>.
- Almanza, C. (2012). Eficiencia en costos de la banca en Colombia, 1999-2007: una aproximación no paramétrica. *Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 22(44), 67-78. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/818/81824866006.pdf>.
- Andrade, S. (7 de Diciembre de 2005). Diccionario de Economía. *Diccionario de economía*. México: Ed. Andrade.
- Angulo, S. (16 de Junio de 2017). Diners Club autorizado para convertirse en banco. *El Comercio*, págs. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/diners-club-autorizacion-convertirse-banco.html>.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro oficial Nro, 449, 79-93.
- Asamblea Nacional del Ecuador . (2017). *Código Orgánico Monetario y Financiero*. Quito.
- Asobanca. (20 de Diciembre de 2021). *Bancos Cuentas Principales*. Obtenido de <https://datalab.asobanca.org.ec/datalab/home.html>
- Asobanca. (22 de Mayo de 2021). *Evolución de la banca*. Obtenido de <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2021/07/Evolucio%CC%81n-de-la-Banca-12-2018.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2020). *20 años de dolarización de la economía ecuatoriana: Análisis del Sector Monetario y Financiero. Nota Técnica No. 83*. Quito: Dirección Nacional de Programación y Regulación Monetaria y Financiera.
- Banco Internacional. (5 de Febrero de 2021). *Sistema Financiero*. Obtenido de <https://www.bancointernacional.com.ec/que-es-y-como-funciona-el-sistema-financiero-ecuatoriano/>

- Banco VisionFund Ecuador S.A.* (10 de Febrero de 2022). Obtenido de Quienes Somos: <https://visionfund.evaluar.com/quienes-somos/>
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092. Recuperado de <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>.
- Battese, G. (1992). Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural economics*, 7(3-4), 185-208. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0169-5150\(92\)90049-5](https://doi.org/10.1016/0169-5150(92)90049-5).
- Berger Allen, Buch, C., DeLong, G., & DeYoung, R. (2004). Exporting financial institutions management via foreign direct investment mergers and acquisitions. *Journal of International Money and Finance*, 23(3), 333-366. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2004.01.002>.
- Berger, A., & Humphrey, D. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European journal of operational research*, 98(2), 175-212. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00342-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6).
- Berger, A., Hanweck, G., & Humphrey, D. (1987). Competitive viability in banking: Scale, scope, and product mix economies. *Journal of monetary economics*, 20(3), 501-520. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(87\)90039-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(87)90039-0).
- Blasco, O., & Coll, V. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el Análisis Envolvente de Datos*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Buenaño, E. (2004). Eficiencia-X en la banca ecuatoriana durante el periodo 2000-2003. *Cuestiones económicas*, 2-3. Recuperado de <http://repositorio.bce.ec:8080/handle/32000/78>.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1981). Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management science*, 27(6), 668-697. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.27.6.668>.
- Coelli, T., Rao, E., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science & Business Media. Recuperado de <https://www.springer.com/gp/book/9780387242651>.
- Cooper, W., Lawrence, S., & Zhu, J. (2011). *Handbook on data envelopment analysis*. Recuperado de DOI: 10.1007/978-1-4419-6151-8.

- Daraio, C., & Simar, L. (2007). *Advanced robust and nonparametric methods in efficiency analysis: Methodology and applications*. Springer Science & Business Media. Recuperado de <https://www.springer.com/gp/book/9780387351551>.
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281. Recuperado de <https://doi.org/10.2307/2343100>.
- Favero, C., & Papi, L. (1995). Technical efficiency and scale efficiency in the Italian banking sector: a non-parametric approach. *Applied economics*, 27(4), 385-395. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/00036849500000123>.
- Ferro, G., & León, S. (2013). Eficiencia del sistema bancario argentino (2005-2011). *XLVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*. Rosario, Argentina. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/278963759_Eficiencia_del_sistema_bancario_argentino_2005-2011: Universidad Nacional de Rosario.
- Garza, J. (2012). Determinants of bank efficiency in Mexico: a two-stage analysis. *Applied Economics Letters*, 19(17), 1679-1682. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/13504851.2012.665589>.
- Gómez, J., & Ríos, O. (2016). Impacto de la gestión de riesgos sobre la eficiencia bancaria en costos, un caso aplicado a los bancos en Colombia. *Cuadernos de Administración (Universidad del Valle)*, 32(56), 36-49. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-46452016000200036&lng=en&tlng=es.
- Hall, M., & Simper, R. (2005). The Impact of Macroeconomic and Regulatory Factors on Bank Efficiency: A Non-Parametric Analysis of Hong Kong's Banking System. *SSRN Electronic Journal*, Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2005.03.022>.
- Hassan, K. (2006). The cost, profit and X-efficiency of Islamic banks. Egypt. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228536878_The_cost_profit_and_x-efficiency_of_Islamic_banks: 12th ERF Annual Conference.
- Holmstrom, B., & Tirole, J. (1989). The theory of the firm. En *Handbook of industrial organization* (págs. 1, 61-133. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1573-448X\(89\)01005-8](https://doi.org/10.1016/S1573-448X(89)01005-8)).
- Humphrey, D., & Berger, A. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European journal of operational research*, 98(2), 175-212. Recuperado en [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00342-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6).

- Jackson, P., & Fethi, M. (2000). Evaluating the efficiency of Turkish commercial banks: An application of DEA and Tobit Analysis. *International Journal of Mathematics in Operational Research*, 10(1), 84-103. Recuperado de <https://hdl.handle.net/2381/369>.
- Kalirajan, K., & Shand, R. (1999). Frontier production functions and technical efficiency measures. *Journal of Economic surveys*, 149-172. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/BF00158774>.
- Koopmans, T. (1951). *Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. Activity analysis of Production and Allocation*. New Haven, CT.: Yale University Press.
- Kounetas, K., & Tsekouras, K. (2007). Measuring scale efficiency change using a translog distance function. *International Journal of business and economics*, 6(1), 63.
- Kumar, S., & Gulati, R. (2009). Technical efficiency and its determinants in the Indian domestic banking industry: an application of DEA and Tobit analysis. *American Journal of Finance and Accounting*, 1(3), 256-296. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00080>.
- Kutlar, K., & Ekici, M. (2017). Efficiency of commercial banks in Turkey and their comparison: application of DEA with Tobit analysis. *Journal of Mathematics in Operational Research*, 10(1),84. Recuperado de <https://doi.org/10.1504/IJMOR.2017.080746>.
- Lafuente, D., & Valle, A. (1997). Heterogeneidad eficiencia en el sistema bancario privado ecuatoriano. *Banco Central del Ecuador*, nota técnica, 40. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/NotasTecnicas/nota40.pdf>.
- Lema, Z. (2017). Determinants of bank technical efficiency: Evidence from commercial banks in Ethiopia. *Cogent Business & Management*, 4(1), 1268356. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/23311975.2016.1268356>.
- Levine, R., Barth, J., & Caprio, G. (2004). Bank Regulation and Supervision: What Works Best? *Journal of Financial Intermediation*, 13. Recuperado de DOI: 10.3386/w9323.
- Martínez, K., García, J., Montoya, Z., & Malo, Á. (2017). Sistema bancario de Ecuador: una aproximación a sus indicadores de estabilidad y eficiencia. *Revista Publicando*, 4(13 (1)), 255-273. Recuperado de <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/789>.
- Montero, R. (2011). *Efectos fijos o aleatorios: test de especificación. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada*. España: Universidad de Granada.
- Nicholson, W. (2005). *Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones: principios básicos y ampliaciones*. Editorial Paraninfo.

- Ordóñez, L., Narváez, C., & Erazo, J. C. (2020). El sistema financiero en Ecuador. Herramientas innovadoras y nuevos modelos de negocio. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, Recuperado de <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i10.693>.
- Pasiouras, F. (2008). International evidence on the impact of regulations and supervision on banks' technical efficiency: an application of two-stage data envelopment analysis. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 30(2), 187-223. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11156-007-0046-7>.
- Peretto, C. (2016). *Evaluación de eficiencia y productividad del sistema bancario. El caso de las Entidades bancarias de la República Argentina en la década del 2001-2010. (Tesis doctoral)*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Petrou, A. (2014). *Economic Efficiency. Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. Dordrecht: Springer. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_818
- Quinaluisa, V., Cobo, E., & Boza, J. (2016). Análisis del Sistema Financiero ecuatoriano como proceso de formación del estudiante de las carreras administrativas en la UTEQ. *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*, 2(1). Recuperado de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/140>.
- Quintero, J., & Hans, P. (2006). Eficiencia en costos en el sistema bancario colombiano: 1989-2003. *Semestre Económico*, 9(18), 38-58. Recuperado de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/878>.
- Recalde, W. (2019). *Análisis de la eficiencia del sector bancario privado en el Ecuador. (Tesis de Pregrado)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera Ingeniería Financiera.
- Riofrio, J. (2017). Estudio de Eficiencia del Sistema de Bancos Privados, Sistema Popular y Solidario del Ecuador: Año 2011-2016. *Revista Publicando*, 4(13 (1)), 274-293. Recuperado de <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/790>.
- Samad, A. (2019). Determinants of Efficiency of the Islamic Banks of Bangladesh during 2008-2012. *Journal of Islamic Banking and Finance*, 7(1), 1-13. Recuperado de https://jibfnet.com/journals/jibf/Vol_7_No_1_June_2019/1.pdf.
- Sealey, J., & Lindley, J. (1977). Inputs, outputs, and a theory of production and cost at depository financial institutions. *The journal of finance*, 32(4), 1251-1266. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1977.tb03324.x>.

- Seffino, M., & Hoyos, D. (2018). Análisis de eficiencia en entidades bancarias argentinas. *Asociación Argentina de Economía Política: Working Papers*, Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/340003473_Analisis_de_eficiencia_en_entidades_bancarias_argentinas.
- Sharma, A., Sharma, D., & Barua, M. (2012). Efficiency and productivity of indian banks: an application of data envelopment analysis and tobit regression. In *National Conference on Emerging challenges for sustainable Business* (págs. pp. 81-90). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/292139383_Efficiency_and_Productivity_of_Indian_Banks_An_Application_of_Data_Envelopment_Analysis_and_Tobit_Regression.
- Sherman, D., & Gold, F. (1985). Bank branch operating efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis. *Journal of Banking & Finance*, 9(2), 297–315. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(85\)90025-1](https://doi.org/10.1016/0378-4266(85)90025-1).
- Sigelman, L., & Zeng, L. (1999). Analyzing censored and sample-selected data with Tobit and Heckit models. *Political Analysis*, 8(2), 167-182. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pan.a029811>.
- Singh, D., & Fida, B. (2015). Technical efficiency and its determinants: An empirical study on banking sector of Oman. *Problems and Perspectives in Management*, 13(1-1), 168-175. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/282240479_Technical_efficiency_and_its_determinants_An_empirical_study_on_banking_sector_of_Oman/citation/download.
- Sufian, F., & Muhd, Z. (2007). X-efficiency and share prices in the Singaporean banking sector: A DEA window analysis approach. *Investment management and financial innovations*, (4, Iss. 1), 73-90. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268054094_X-Efficiency_and_Share_Prices_in_the_Singaporean_Banking_Sector_A_DEA_Window_Analysis_Approach.
- Superintendencia de Bancos del Ecuador. (31 de Diciembre de 2019). *Sistema de Información*. Obtenido de <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/>
- Superintendencia de Bancos del Ecuador. (19 de Diciembre de 2021). *Catálogo Único de Cuentas*. Obtenido de <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/wp-content/uploads/downloads/2022/01/CUC-plan-cuentas-28-dic-21.pdf>
- Superintendencia de Bancos del Ecuador. (28 de Noviembre de 2021). *Glosario de Términos*. Obtenido de <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/glosario-de-terminos/>
- Tortosa, E. (2002). Bank cost efficiency and output specification. *Journal of Productivity Analysis*, 18(3), 199-222. Recuperado de <https://doi.org/10.1023/A:1020685526732>.

Varian, H. (2014). *Intermediate microeconomics with calculus: a modern approach*. WW Norton & Company.

Ybarra. (2016). *Eficiencia y productividad en la industria bancaria de Argentina. (Tesis de Maestría)*. Buenos Aires: Universidad de San Andrés.

Anexos

Anexo 1. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo DEA (2015-2019)

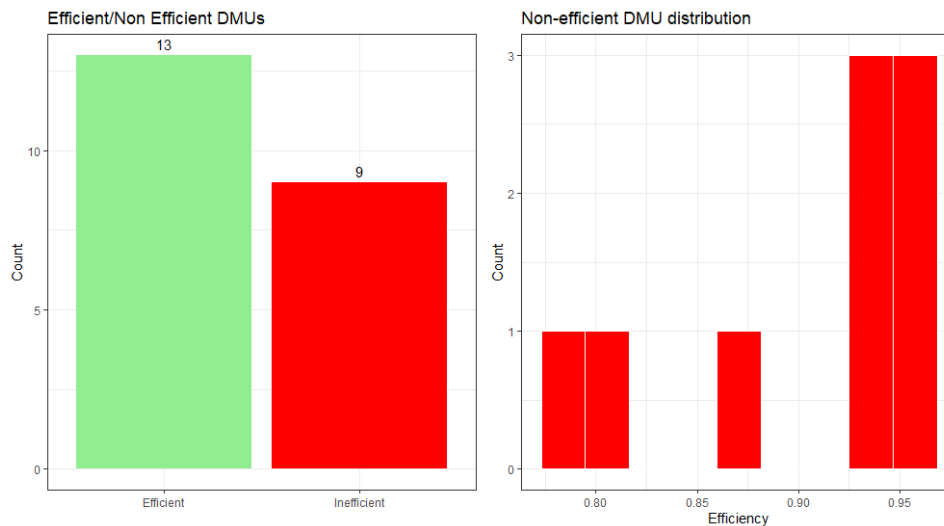
	v1	v2	v3	v4
statistic	mean	sd	min	max
gastosop	82371.534	135024.687	2320.234	673584.207
gastosi	33760.942	46136.031	85.777	202008.690
dep	1261879.810	1917832.723	3286.689	8557265.871
prest	980992.255	1501902.338	2911.072	6962997.823
ingi	119887.0644	185387.7559	992.7497	930632.6872
ingnoi	56080.7568	92719.7679	318.9524	418634.4558

Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 2. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2015-2019)

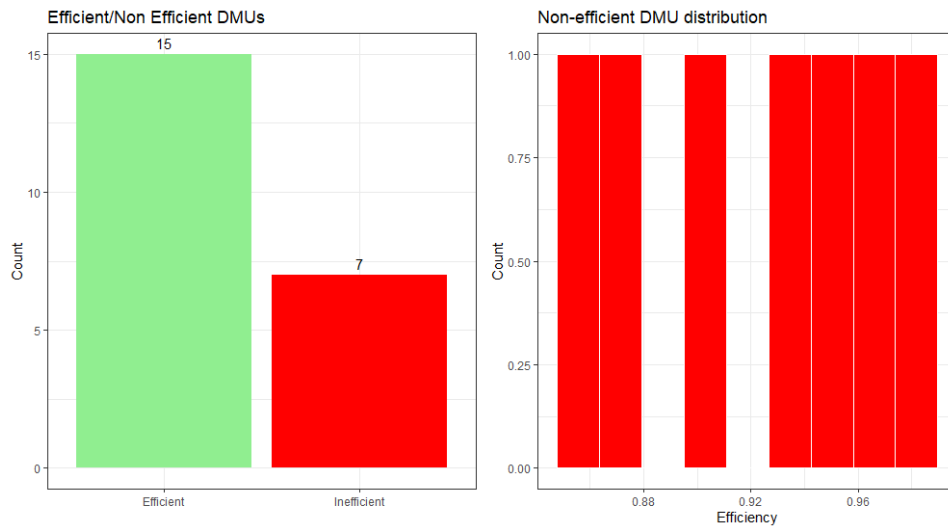
Anexo 2.1. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2015)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

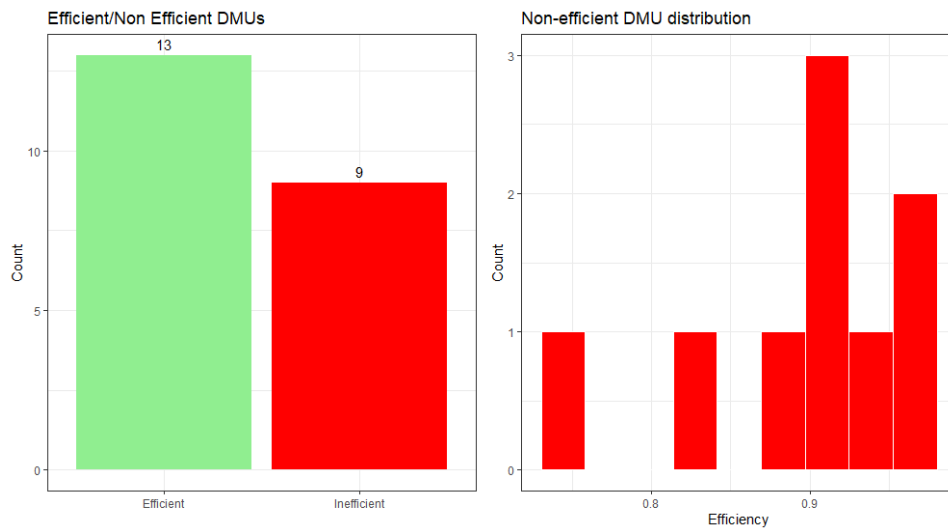
Anexo 2.2. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2016)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

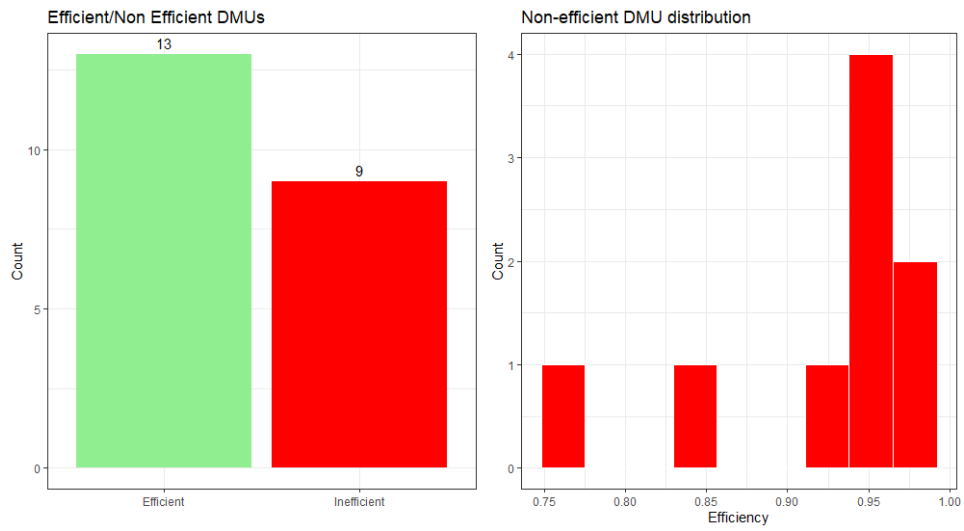
Anexo 2.3. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2017)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

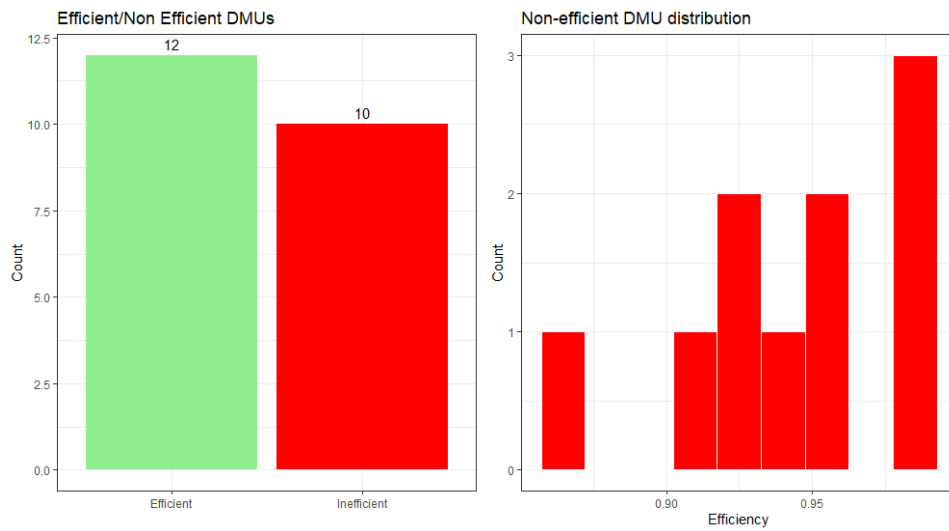
Anexo 2.4. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2018)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 2.5. Distribución instituciones eficientes e ineficientes DEA (2019)

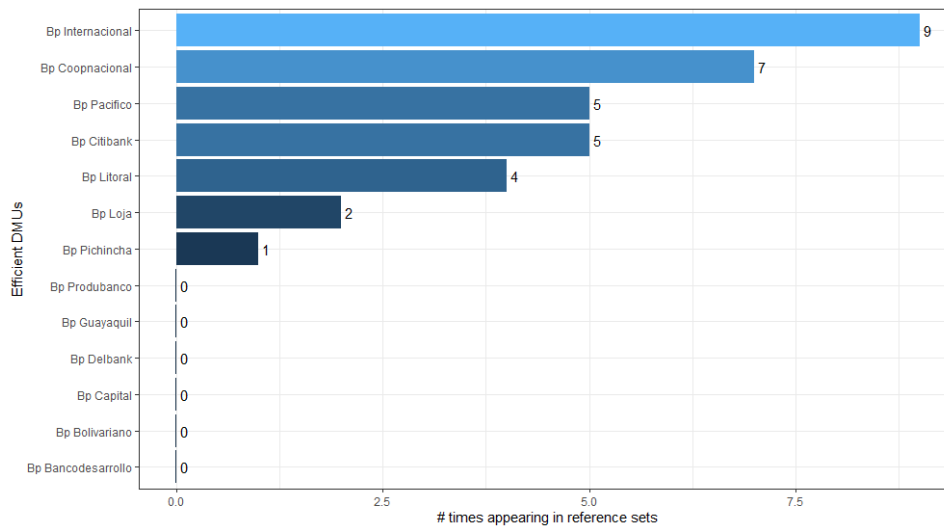


Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 3. Gráfico de barras de veces que banco eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2015-2019)

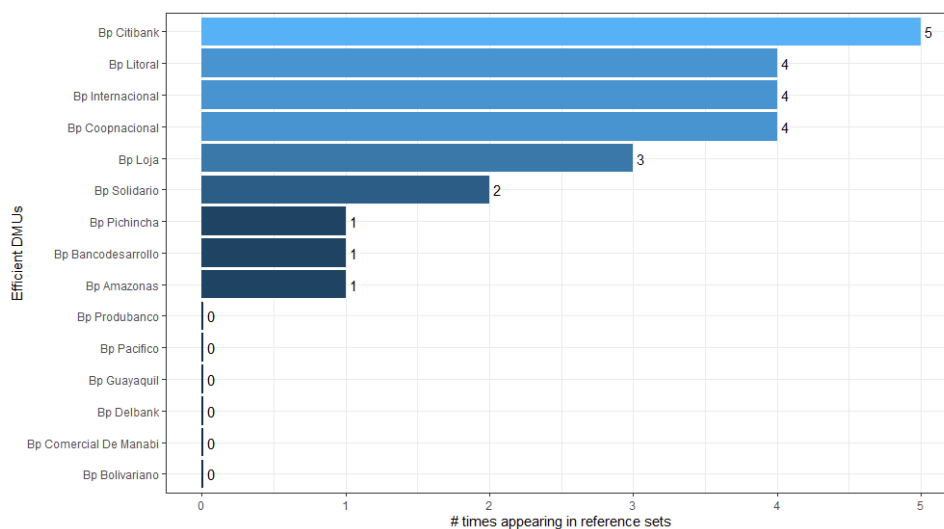
Anexo 3.1. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2015)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

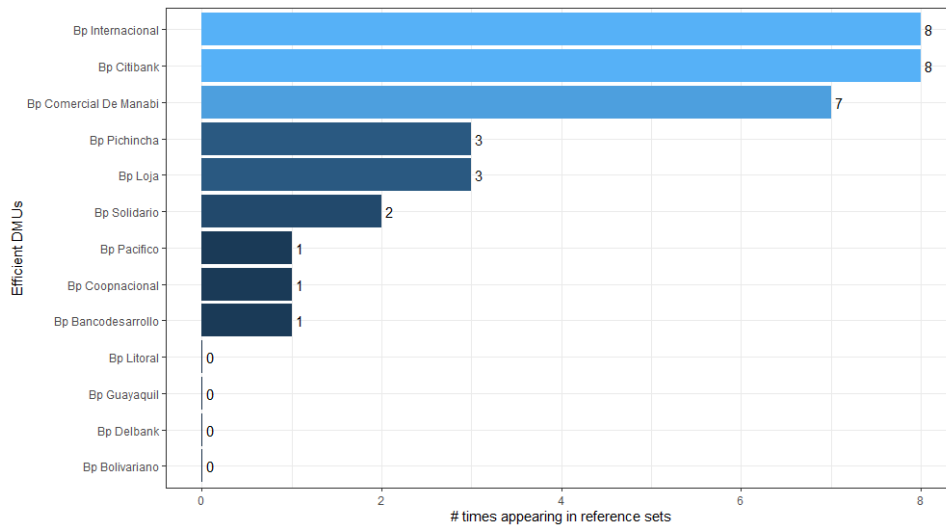
Anexo 3.2. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2016)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

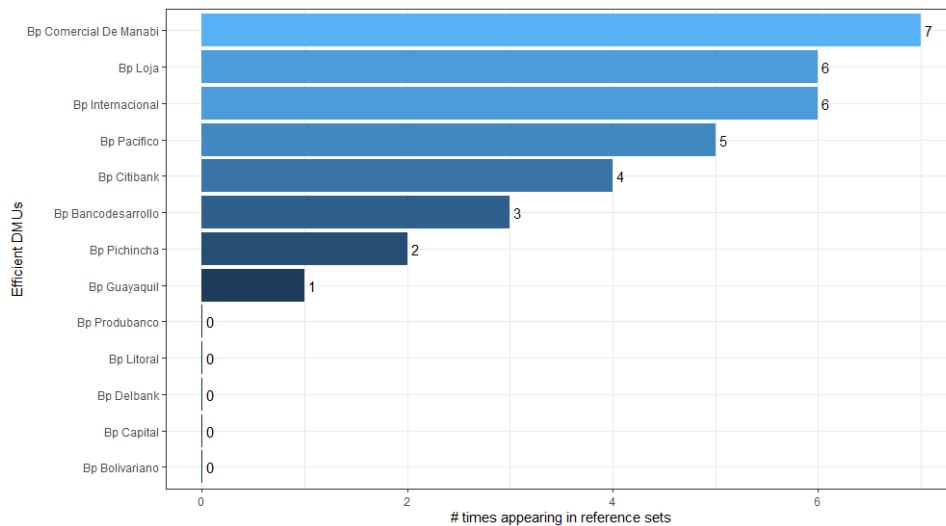
Anexo 3.3. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2017)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

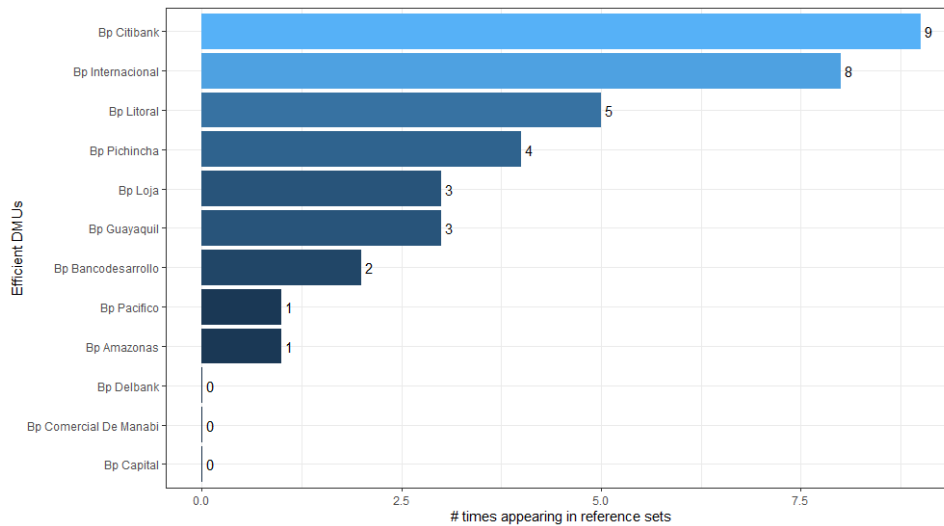
Anexo 3.4. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2018)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 3.5. Gráfico de distribución de número de veces que DMU eficiente forma parte del conjunto de referencia de DMUS ineficientes DEA (2019)



Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 4. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo Tobit (2015-2019)

statistic	mean	sd	min	max
ett	0.96716673	0.05741807	0.73056000	1.00000000
cap	0.14994818	0.08205131	0.07551140	0.48311798
rliq	1.0853732	1.0365304	0.1732646	6.8043835
roa	0.3603181	3.0951632	-28.6556099	2.8477675
rcred	0.5914125	0.1354335	0.1276211	0.8250693
size	13.052841	1.793114	9.618315	16.252401
sharem	4.40274875	6.58855199	0.03669163	28.92775243
concernm	6.239859e+01	1.596255e+02	1.346275e-03	8.368149e+02

Fuente: Superintendencia de bancos (2021)

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 5. Resultados de la estimación del modelo Tobit con efectos aleatorios para los bancos privados ecuatorianos (2015 y 2019)

Group variable: id		Number of groups =		22		
Random effects u_i ~ Gaussian		Obs per group:				
		min =		5		
		avg =		5.0		
		max =		5		
Integration method: mvaghermite		Integration pts. =		12		
Log likelihood = 198.87627		Wald chi2(7) =		15.42		
		Prob > chi2 =		0.0310		
ett	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
cap	.0736465	.1172815	0.63	0.530	-.156221	.3035139
rliq	-.010177	.0065324	-1.56	0.119	-.0229803	.0026263
roa	.0025734	.00184	1.40	0.162	-.001033	.0061798
rcred	-.0973826	.0488259	-1.99	0.046	-.1930795	-.0016856
size	-.0065958	.0151277	-0.44	0.663	-.0362455	.0230539
sharem	.0070326	.0073515	0.96	0.339	-.007376	.0214413
concnm	-.0001566	.0002101	-0.75	0.456	-.0005685	.0002553
_cons	1.088738	.1872786	5.81	0.000	.7216791	1.455798
/sigma_u	.0401505	.0078357	5.12	0.000	.0247929	.0555081
/sigma_e	.031877	.0024917	12.79	0.000	.0269934	.0367606
rho	.6133707	.1056225			.4002158	.7964532
LR test of sigma_u=0: chibar2(01) = 45.46				Prob >= chibar2 = 0.000		

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 6. Test de Hausman para los modelos Tobit con efectos fijos y aleatorios para los bancos privados ecuatorianos (2015 y 2019)

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fe	(B) re		
cap	.0874243	.0736465	.0137778	.
rliq	-.0042354	-.010177	.0059416	.
roa	.0060589	.0025734	.0034855	.0006208
rcred	-.1198522	-.0973826	-.0224696	.
size	-.0254692	-.0065958	-.0188734	.
sharem	.0158694	.0070326	.0088368	.
concnm	-.0003693	-.0001566	-.0002127	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from tobit
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xttoit

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\text{chi2}(7) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$$

$$= 43.57$$

Prob>chi2 = 0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 7. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos con variables seleccionadas (A) (2015-2019)

```
Refining starting values:
Grid node 0: log likelihood = 165.62939
Fitting full model:
Iteration 0: log likelihood = 165.62939
Iteration 1: log likelihood = 165.62939

Tobit regression
Limits: lower = 0
        upper = +inf
Log likelihood = 165.62939

Number of obs = 110
Uncensored = 110
Left-censored = 0
Right-censored = 0

LR chi2(4) = 13.79
Prob > chi2 = 0.0080
Pseudo R2 = -0.0434
```

ett	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
cap	.1671425	.0762091	2.19	0.030	.0160505 .3182344
rliq	-.0059977	.0061008	-0.98	0.328	-.018093 .0060976
roa	.0053253	.0021273	2.50	0.014	.0011078 .0095428
rcred	-.1074943	.0494336	-2.17	0.032	-.2055012 -.0094873
_cons	1.010268	.0265722	38.02	0.000	.9575865 1.06295
var(e.ett)	.0028819	.0003886			.0022058 .0037651

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 8. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (2015-2019)

Anexo 8.1. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (B) (2015-2019) en programa R

```
Call:
tobit(formula = ett ~ cap + rliq + roa + rcred + size + sharem +
       concenm, left = 0, right = Inf, data = pdata)

Observations:
      Total Left-censored   Uncensored Right-censored
      110           0           110           0

Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.3129718  0.1318175  9.961 < 2e-16 ***
cap           0.0874243  0.1109979  0.788 0.430918
rliq         -0.0042354  0.0057445 -0.737 0.460936
roa           0.0060589  0.0019419  3.120 0.001808 **
rcred        -0.1198522  0.0451358 -2.655 0.007922 **
size         -0.0254692  0.0098018 -2.598 0.009366 **
sharem       0.0158694  0.0043003  3.690 0.000224 ***
concenm      -0.0003693  0.0001220 -3.026 0.002475 **
Log(scale)   -3.0202585  0.0674200 -44.798 < 2e-16 ***
--
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Scale: 0.04879

Gaussian distribution
Number of Newton-Raphson Iterations: 4
Log-likelihood: 176.1 on 9 Df
wald-statistic: 40.97 on 7 Df, p-value: 8.2088e-07
```

Nota: *, ** y *** indican que el valor es estadísticamente significativo al 5%, 1 %, 0,1% de nivel de significancia, respectivamente.

Elaboración: Camila Apolo

Anexo 8.2. Resultados de estimación del modelo Tobit con efectos fijos para los bancos privados ecuatorianos (B) (2015-2019) en programa Stata

```
Fitting full model:
Iteration 0: log likelihood = 176.1452
Iteration 1: log likelihood = 176.1452 (backed up)

Tobit regression
Limits: lower = 0
        upper = +inf
Number of obs = 110
Uncensored = 110
Left-censored = 0
Right-censored = 0

LR chi2(7) = 34.83
Prob > chi2 = 0.0000
Pseudo R2 = -0.1097

Log likelihood = 176.1452
```

ett	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
cap	.0874243	.1109979	0.79	0.433	-.1327138 .3075624
rliq	-.0042354	.0057445	-0.74	0.463	-.0156282 .0071574
roa	.0060589	.0019419	3.12	0.002	.0022076 .0099102
rcred	-.1198522	.0451358	-2.66	0.009	-.2093683 -.030336
size	-.0254692	.0098018	-2.60	0.011	-.0449088 -.0060296
sharem	.0158694	.0043003	3.69	0.000	.0073407 .0243981
concenm	-.0003693	.000122	-3.03	0.003	-.0006113 -.0001273
_cons	1.312972	.1318175	9.96	0.000	1.051543 1.574401
var(e.ett)	.0023803	.000321			.0018218 .0031101

Elaboración: Camila Apolo