

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Carrera de Administración de Empresas

**Eficiencia técnica de productos de renta variable en la bolsa de valores de Quito y Guayaquil. Análisis a través del modelo envolvente de datos (DEA).
Periodo 2000-2021**

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Licenciado en Administración
de Empresas

Autores:

Roger Ismael Jarro Loja
Jéfferson Andrés Villa Pillco

Tutora:

Katherine Tatiana Coronel Pangol
ORCID: 0000-0003-4370-756X

Cuenca, Ecuador

2023-02-27

Resumen

Este documento analiza la eficiencia técnica de 13 empresas que cotizan en las bolsas de valores de Quito (BVQ) y Guayaquil (BVG) con productos de renta variable, en el periodo 2000 - 2021, haciendo uso del modelo envolvente de datos (DEA), con enfoque de rendimientos constantes orientado al input (CCR - I) y enfoque de rendimientos variables orientado al output (BCC - O). El estudio se basa en el análisis de información financiera de dichas empresas, empleando como variables inputs el activo total (TA), pasivo total (PA), total de patrimonio (TPA), ingresos (ING) y costos y gastos totales (C y GT), por otro lado, las variables outputs están conformadas por el indicador financiero ROE, el índice de liquidez (IL) e índice de endeudamiento (IE). El análisis se realiza de manera independiente para empresas financieras y no financieras con el fin de determinar la diferencia entre su indicador de eficiencia técnica. Esto da como principales resultados que el modelo DEA BCC - O, genera resultados más altos de eficiencia que su contraparte CCR - I. Además, que únicamente en el modelo DEA CCR - I, se puede apreciar una diferencia clara entre los índices de eficiencia en donde aquellos que pertenecen a empresas no financieras superan a las empresas financieras, mientras que la misma comparativa aplicada con el modelo DEA BCC - O, no muestra diferencia significativa.

Palabras clave: eficiencia técnica, bolsa de valores, análisis envolvente de datos, BCC, CCR

Abstract

This document analyzes the technical efficiency of 13 companies listed on the Quito (BVQ) and Guayaquil (BVG) stock exchanges with variable income products, in the period 2000 - 2021, using the data envelopment model (DEA), with an input-oriented constant returns approach (CCR - I) and an output-oriented variable returns approach (BCC - O). The study is based on the analysis of financial information of these companies, using as input variables total assets (TA), total liabilities (PA), total equity (TPA), income (ING) and total costs and expenses (C and GT), on the other hand, the output variables are made up of the ROE financial indicator, the liquidity index (IL) and the indebtedness index (IE). The analysis is carried out independently for financial and non-financial companies in order to determine the difference between their technical efficiency indicator. This gives as main results that the DEA BCC - O model generates higher efficiency results than its CCR - I counterpart. In addition, only in the DEA CCR - I model can a clear difference be seen between the efficiency indices in where those belonging to non-financial companies exceed financial companies, while the same comparison applied with the DEA BCC - O model does not show a significant difference.

Keywords: technical efficiency, stock exchange, data envelopment analysis, BCC, CCR

Índice de contenidos

Resumen	2
Abstract	3
1. Introducción	7
2. Revisión Literaria	9
3. Metodología	13
3.1. Tipo de investigación	13
3.2. Modelo DEA CCR	13
3.3. Modelo DEA BCC	14
3.4. Selección de variables y modelos a utilizar	15
3.5. Descripción de variables	16
3.6. Criterios de selección de empresas para el análisis	20
3.7. Descripción de datos	21
4. Resultados y Discusión	22
4.1. Resultados de eficiencia por DEA CCR-I	22
4.2. Resultados de eficiencia por DEA BCC-O	27
4.3. Comparativa Modelo BCC - O y CCR - I para empresas financieras	32
4.4. Comparativa Modelo BCC - O y CCR - I para empresas no financieras	33
4.5. Acontecimientos relevantes en líneas de tiempo	34
5. Conclusiones y Recomendaciones	36
Referencias	38

Índice de Figuras

Figura 1. Evolución de eficiencia técnica (DEA-CCR-I) de las empresas financieras (2000- 2021)...	23
Figura 2. Eficiencia promedio de las empresas financieras periodo 2000-2021.....	24
Figura 3. Evolución de eficiencia técnica (DEA-CCR-I) de las empresas no financieras (2000- 2021)	25
Figura 4. Eficiencia promedio de las empresas no financieras periodo 2000-2021.....	26
Figura 5. Gráfico de comparativo de empresas financieras y no financieras con el modelo DEA CCR-I	27
Figura 6. Evolución de eficiencia técnica (DEA-BCC-O) de las empresas financieras (2000 - 2021)	29
Figura 7. Eficiencia promedio de las empresas financieras, periodo 2000-2021.....	29
Figura 8. Promedio anual de eficiencia técnica de empresas no financieras periodo 2000 - 2021....	31
Figura 9. Eficiencia técnica promedio de las empresas no financieras, periodo 2000 - 2021.....	31
Figura 10. Comparativa de empresas financieras y no financieras con el modelo DEA BCC-O.....	32
Figura 11. Comparación de resultados entre modelos BCC y CCR en eficiencia promedio anual de empresas financieras.....	33
Figura 12. Comparación de resultados entre modelos BCC y CCR en eficiencia promedio anual de empresas no financieras.....	34
Figura 13. Comparación de resultados entre modelos BCC y CCR	35

Índice de Tablas

Tabla 1. Variables, su definición y estudios donde se utilizó en la metodología DEA.....	18
Tabla 2. Empresas que cotizan en la BVQ y BVG analizadas en el estudio.	20
Tabla 3. Resumen de datos financieros promedio por empresa, periodo 2000 - 2021.....	21
Tabla 4. Resultados DEA CCR-I para empresas financieras, periodo 2000 - 2021.....	22
Tabla 5. Resultados DEA CCR-I para empresas no financieras, periodo 2000 – 2021	25
Tabla 6. Resultado DEA BCC-O para empresas financieras, periodo 2000 - 2021	28
Tabla 7. Resultado DEA BCC-O para empresas no financieras en el periodo de análisis.....	30

1. Introducción

Es importante comprender el papel que han desarrollado las empresas a lo largo de la historia ya que influyen en el desarrollo productivo de los países, pues a través de los distintos tipos de mercados estas buscan la dinamización de la economía. Uno de estos es el mercado bursátil, en el cual se enfoca esta investigación, de acuerdo con Ruiz (2015), las empresas tienen la posibilidad de incentivar sus actividades, mejorar sus resultados y potenciar sus relaciones comerciales internacionales cuando participan en este tipo mercado; Cadena (2020), añade que a nivel internacional, tanto el mercado de valores como las bolsas de valores, están representados de forma significativa por empresas que generan algunos beneficios para el sector económico de los países.

De aquí deriva la importancia de las bolsas de valores para la economía de un país, pues proporciona beneficios bilaterales, ya que no solo las empresas se ven beneficiadas sino según Ruiz (2015), las bolsas de valores representan una alternativa de canalización de los ahorros hacia fuentes productivas a través de un medio regulado, controlado y supervisado, esto promueve las actividades productivas con el fin de desencadenar en el aumento de empleo y el desarrollo económico. Al hacer mención puntual del mercado de valores, Gomez y Olver (2006), se refieren a la emisión, intermediación y negociación de los documentos emitidos en oferta pública, otorgando a sus titulares la posibilidad de crédito o de participación, el cual funciona como una transferencia del ahorro de las familias a la inversión de las empresas, ya que estas lo utilizan como un medio para financiar nuevos proyectos de inversión que incrementen el valor de la empresa, esta transferencia de recursos se realiza por intermedio de instrumentos tales como títulos de renta fija (CDT, bonos, papeles comerciales) o títulos de renta variable (acciones). La bolsa, por ser un mercado secundario, ofrecen instrumentos que facilitan la negociación de títulos valores a precios condicionados por el mercado accionario y se considera que el rendimiento esperado cubre los costos de oportunidad asumidos por el inversor. Según Barroso (2004), algunos de los objetivos y funciones del mercado de valores son: facilitar las transacciones financieras, estimular la oferta y demanda de valores y lograr un alto nivel de liquidez, además determina los precios para realizar transacciones nacionales e internacionales a través de diversos medios y proporcionar continuamente datos para inversores y partes interesadas; especialmente las que cotizan en bolsa. En este sentido Alarco (2008), menciona que el mercado bursátil, se encuentra influenciado por variables microeconómicas relacionadas con aspectos financieros de las empresas como la liquidez y la rentabilidad de la capitalización de las empresas cotizantes; también con variables macroeconómicas asociadas al PIB, las tasas de interés, la inflación, la tasa de cambio, entre otros; y por factores exógenos asociados a las políticas

implementadas por el país, las condiciones estructurales internas y los acontecimientos internacionales.

En todos los mercados es importante que los participantes promuevan la gestión eficiente de los recursos y el mercado bursátil no es la excepción. Al tratarse de un mercado con actividades considerablemente complejas, necesita obtener el mayor provecho de los recursos limitados que dispone. De acuerdo a Cortés y Corzo (2009), en los mercados financieros la importancia de la eficiencia radica en la búsqueda de un efecto, producto o fin empleando el mínimo coste o pérdida. Es así que en estos mercados la eficiencia se consigue cuando los precios alcanzan los mejores valores, es decir que ya no es posible obtener beneficios adicionales de los activos. Mientras las empresas alcancen un nivel más alto de eficiencia, es decir consigan mayores beneficios, más desarrollo generarán para los países y su economía.

En el caso ecuatoriano, este mercado representa un aporte considerable en los sectores tanto público como privado por las distintas negociaciones que se llevan a cabo, contribuyendo a la modernización de la economía de acuerdo con lo que expresa Cadena (2020). Debido a esto se considera la necesidad de adentrarse en este mercado para comprender las distintas situaciones que envuelven a las empresas participantes, además de comprender la eficiencia con la que se maneja la empresa, haciendo la relación en el manejo de sus recursos y cómo estos producen insumos, de las empresas que cotizan tanto en la bolsa de Quito (BVQ) como de Guayaquil (BVG). Con lo antes expuesto se desarrolló la investigación teniendo en cuenta el modelo de Análisis de Eficiencia Técnica, el cual de acuerdo con Coria (2011), puede presentar distintas metodologías de evaluación como BCC o CCR, orientadas ya sea a variables *inputs* u *outputs*. Dichas metodologías se basan en la resolución propuesta por Farrell (1957) para medir la eficiencia técnica de un conjunto de unidades productivas. Finalmente, esto propone resultados que pueden ser utilizados como puntos de referencia para toma de acciones empresariales por parte de los directivos, así como también para los inversores, con el fin de que conozcan la evolución de la eficiencia de las empresas y tomen decisiones más objetivas en cuanto a sus inversiones. La presente investigación busca dar respuesta a la siguiente interrogante, ¿cuál es el nivel de eficiencia técnica presente en las empresas financieras y no financieras cotizantes con productos de renta variable en las bolsas de valores de Quito y Guayaquil dentro del periodo 2000 - 2021?, de manera que el objetivo es determinar el nivel de eficiencia técnica de las empresas que cotizan productos de renta variable en las bolsas de valores de Quito y Guayaquil en el periodo 2000 - 2021.

A continuación, se presenta la investigación compuesta por la sección de revisión literaria seguida de la metodología empleada, a continuación, resultados obtenidos y discusión,

además de las conclusiones y recomendaciones y finalmente los anexos pertinentes que soportan la investigación y sus resultados.

2. Revisión Literaria

Al hablar sobre el mercado financiero, según Rosero (2010), se puede hacer referencia a dos clasificaciones principales, el mercado monetario y el mercado de capitales, la principal diferencia entre ellos es que, el mercado monetario hace uso de la intermediación de instituciones financieras para llevar el ahorro hacia la inversión y otorgar financiamiento de corto plazo. Por otro lado, el mercado de capitales cumple la función de financiar la inversión mediante el mercado de valores y de crédito de mediano y largo plazo. Dentro del mercado de valores se produce una interacción a través de una infraestructura entre los emisores y los inversionistas. Los emisores son aquellas entidades que emiten valores para financiar sus actividades ya sean públicas o privadas. Por otro lado, el conjunto de negociantes está conformado por personas naturales o jurídicas que invierten su dinero con la finalidad de obtener una rentabilidad. Al hablar de infraestructura se hace referencia a ciertos proveedores de mecanismos que tienen como fin hacer posible la negociación de valores, siendo uno de los más importantes la bolsa de valores. (Córdoba, 2015)

Desde un punto de vista económico, las bolsas de valores se constituyen en mecanismos que permiten la relación de la oferta y la demanda empleando activos financieros, ademas de la determinación eficiente de precios, según Villanueva (2007). Además, se indica que el mercado de valores es eficiente mientras cuente con la información necesaria para su funcionamiento y mientras los precios de los activos negociados reflejen dicha información.

Dentro del contexto ecuatoriano, la bolsa de valores surge a partir de 1935 en Guayaquil como “Bolsa de Valores y Productos del Ecuador C. A.”, esta bolsa se disolvería en junio de 1936, como consecuencia entre otras de la baja capacidad de ahorro, falta de títulos de negociación y el desconocimiento del público de este tipo de mercado según lo indica la Superintendencia de Compañías (1984). Posteriormente y como resultado de la necesidad de proveer a los comerciantes un medio de negociación y canalización y distribución de la riqueza, se faculta en 1969 la constitución de las bolsas de valores como sociedades anónimas y reguladas por la Superintendencia de Compañías (Bolsa de Valores de Quito, 2013). Es así que se da inicio a la Bolsa de Valores de Guayaquil el 30 de mayo de 1969, con el propósito de incrementar el financiamiento de las empresas y afrontar el desarrollo sostenido y con el objetivo de procurar el funcionamiento de un mercado de valores organizado, integrado y transparente (Bolsa de Valores de Guayaquil, 2022). Posteriormente la Bolsa de Valores de Quito bajo la misma lógica y con el objetivo principal de ofrecer los

servicios requeridos para la negociación de valores, se crea en agosto de 1969 (Bolsa de Valores de Quito, 2022).

La idea del mercado de valores funciona como una alternativa al crédito bancario y a un menor costo. De acuerdo con Rosero (2010), en el mercado de valores, el riesgo constituye un factor importante a tener en cuenta y el activo fundamental es la confianza y seguridad generada al inversionista. A partir de esta afirmación surge el motivo de la investigación acerca de la eficiencia de las empresas presentes en este mercado, como una forma de aportar información relevante en el proceso de toma de decisiones de inversión en el mercado de valores de productos de renta variable, de esta manera se busca reducir la incertidumbre y aumentar el factor intangible antes mencionado, la confianza del inversor. Arrieta & Huamani (2020), explican que uno de los principales motivos para la evaluación de proyectos de inversión es la búsqueda de aumentar la rentabilidad. La consecución de este objetivo implica el análisis de información como indicadores financieros, análisis de conveniencia, recuperación de la inversión o el valor agregado que se obtendrá por la inversión. A esta información se puede añadir el factor de eficiencia de las empresas que participan en el mercado de valores y específicamente en esta investigación, aquellas que participan tanto en la Bolsa de Valores de Quito y Guayaquil.

El nivel de competitividad de un país está estrechamente relacionado con la productividad de su industria, y uno de los principales factores que explica dicha competitividad es la eficiencia con la que las empresas manejan y optimizan sus costos de producción (Sánchez et al., 2008). De acuerdo con López (2022), existen varios métodos que pueden ser empleados para determinar la eficiencia de las organizaciones en términos de procesos, calidad de productos, impacto de actividades, entre otros. Y esto no solo se limita a la evaluación interna, sino que también abarca un ámbito relativo al comparar varias organizaciones pertenecientes a un mismo entorno.

Farrell (1957) determinó la eficiencia como la “combinación óptima entre entradas y salidas, de manera que se logre aumentar una salida y/o reducir una entrada sin reducir alguna otra salida y/o incrementar una entrada.” En este mismo sentido Lockheed y Hanusheck (1994), señalan que “... un sistema eficiente obtiene más productos con un determinado conjunto de recursos, insumos o logra niveles comparables de productos con menos insumos, manteniendo lo demás igual”. En cuanto a la eficiencia técnica, de acuerdo a Iregui et al. (2007), se la entiende como la habilidad de obtener el máximo producto dados ciertos insumos y tecnología, en otros términos, minimizar el uso de insumos para lograr un determinado nivel de producción. Por otra parte, la eficiencia técnica demuestra si los recursos de las unidades productivas son aprovechados al máximo de su capacidad

productiva, es decir la existencia o no de capacidad ociosa de los factores de producción (Cachanosky, 2012).

Una de las metodologías que se usa para medir la eficiencia en la actualidad es el modelo DEA, que ha sido desarrollado mediante diversos programas de computación y software que incluyen aplicaciones de programación lineal, lo que permite determinar escalas comparativas de manera precisa y rápida. Según Tineo (2008), además de medir la eficiencia técnica de cada Unidad Productiva Observada (DMU), el Análisis Envolvente de Datos también proporciona:

- Una medida de eficiente para comparar resultados con cada DMU de análisis.
- Una superficie en la frontera de eficiencia donde representa mejores DMU.
- Un conjunto de referencia eficiente para cada DMU, definida por las unidades eficientes más próximas a ella.
- Proyecciones eficientes para cada DMU ineficiente.

Cabe recalcar que, en el caso de esta investigación la unidad productiva observada (DMU), hace referencia a una empresa cotizante en bolsa.

A partir del concepto de eficiencia técnica y metodología DEA se han llevado a cabo varias investigaciones en distintos sectores productivos y campos como industriales, de salud, agrícolas, financieros, entre muchos más, en distintas partes del mundo. Pacheco (2019), aplicó la metodología DEA para medir la eficiencia del sector bancario en Ecuador, aplicando el análisis a 17 bancos del sector privado, para el periodo comprendidos entre 2001 – 2017, con el objetivo de conocer cuáles son las variables que influyen en el manejo eficiente de las entidades bancarias. Los resultados obtenidos con el modelo DEA-BCC indica que la eficiencia media es del 97,62%; mientras con el modelo DEA-CCR es de 91,34%. El autor propone que las variables de entrada deben ser gestionadas de una mejor manera para obtener mejores indicadores de eficiencia en este sector financiero.

Por otro lado, en el sector cafetero, Perdomo y Mendieta (2007), determinan la eficiencia técnica y asignativa de los pequeños, medianos y grandes caficultores en los departamentos colombianos de Caldas, Quindío y Risaralda mediante la metodología DEA. Acorde a Perdomo y Mendieta (2007), se utiliza una serie de variables en el modelo: producción total del café en arrobas para el año 2003, área productiva de café en hectáreas, mano de obra empleada en números de empleados, cantidad de químicos utilizados, número de maquinaria utilizada, costo total de producción, precio para el insumo tierra cultivada en café, precio para el insumo mano de obra, precio para el insumo químico, precio para el insumo maquinaria. Su estudio de eficiencia técnica arroja los siguientes resultados: 3,76% para pequeñas

empresas productoras, para las medianas, 51,71%, para las grandes 60,15%, además la eficiencia de todo el sector fue equivalente al 42,38%. Esto los llevó a la conclusión de que en términos de eficiencia técnica los grandes productores son los más eficientes del sector, pero también los menos eficientes en términos de eficiencia asignativa.

Otro ejemplo de la aplicación de este modelo es el análisis de eficiencia en la banca múltiple peruana en donde Benavides y García (2014), determinan la eficiencia técnica de un conjunto de 16 instituciones financieras con la característica de poseer las mayores participaciones en el total de obligaciones con el público en el periodo comprendido entre 2003 y 2013, esto con el fin de estudiar el crecimiento económico nacional, el surgimiento del Scotiabank Perú y la crisis financiera internacional. El modelo se lleva a cabo mediante las variables, gastos de personal, depósitos del público y activo fijo como *inputs* y colocaciones, utilidad operativa y cartera sana como *outputs*. Los resultados y conclusiones en este estudio eficiencia también cambia dependiendo de las variables elegidas. Finalmente, observaron una tendencia constante de eficiencia en las instituciones seleccionadas, esta corresponde a coeficientes mayores a 0,90 tanto en el modelo CRS como en el VRS.

En otro estudio, Almanza (2012), estudia la eficiencia en costos de la banca en Colombia, en el periodo comprendido entre 1999 y 2007. Calcula la eficiencia en costos mediante el método no paramétrico, DEA empleando las variables, cartera de créditos y leasing e inversiones como *output* y depósitos y exigibilidades, trabajo, capital físico y capital financiero. Los resultados del estudio muestran un nivel moderadamente bajo de ineficiencia que difiere de los parámetros internacionales, este nivel corresponde a una eficiencia en costos promedio de 75,9%. Este resultado presenta una mejora con respecto a resultados de eficiencia técnica de la banca colombiana más recientes (1994 - 2005) a la fecha de estudio, resultados obtenidos por ANIF (2006).

Finalmente en Ecuador, Suin et al. (2021), analizan la utilización de recursos que dispone el sistema de salud ecuatoriano, con el fin de estimar la eficiencia técnica en el periodo 2018 mediante el Análisis Envolvente de Datos, en el cual se establece como DMU los sectores de salud público y privado además de las 24 provincias del país. Por otro lado, toman como variables *inputs* al personal médico y administrativo, camas disponibles y ambientes y como variables *outputs* los egresos, consultas, intervenciones quirúrgicas y atención de urgencias. Mediante esta información Suin et al. (2021), presentan los siguientes resultados de eficiencia técnica, 84% de eficiencia para las dependencias del Ministerio de Defensa, 65% para las instituciones con fines de lucro, 75% para las instituciones sin fines de lucro, además las provincias de Loja y Cotopaxi alcanzan un equivalente a 85% y 94% respectivamente. Las

conclusiones a las que se llega son que, de acuerdo a los *outputs*, el *input* camas debe ser reducido en un 35%, 25% y 16% para las empresas con fines de lucro, sin fines y el Ministerio de Defensa respectivamente. Además, recomiendan reducir el personal médico y administrativo, las camas disponibles y los ambientes de las provincias de Loja y Cotopaxi en un equivalente al 15% y 6% respectivamente (Suin et al., 2021).

Después de revisar la literatura disponible en diferentes fuentes, no fue posible identificar estudios acerca de la determinación de eficiencia técnica mediante la metodología DEA aplicada a las empresas dentro de las bolsas de valores de Quito y Guayaquil, es así que se plantea la presente investigación. En función de la literatura revisada, se plantean las siguientes hipótesis:

H_1 : los resultados de eficiencia arrojados por el modelo DEA BCC resultan ser más eficientes que aquellos obtenidos por el método CCR.

H_2 : las empresas financieras resultan notablemente menos eficientes en promedio que aquellas que poseen una actividad económica diferente.

3. Metodología

3.1. Tipo de investigación

El modelo DEA “ofrece información sobre las unidades productivas analizadas, como la ponderación de insumos y productos, lo que puede ser de utilidad desde la perspectiva de la gestión. Asimismo, por ser una técnica no paramétrica, posibilita calcular la eficiencia sin hacer supuestos sobre la relación funcional entre insumos y productos” (Coria, 2011, p. 52). Además, existen dos clasificaciones: una para las entradas (I) la busca mantener el nivel de los productos, mientras reduce el nivel de los insumos, todo esto sin alterar la frontera de producción; por otro lado, la clasificación de a las salidas (O), busca la maximización de las salidas, dado un nivel de insumos o entradas, manteniendo la frontera de producción (Coll y Blasco, 2000).

Cooper et al., (2007) plantean la siguiente descripción metodológica de los modelos CCR y BCC:

3.2. Modelo DEA CCR

- **DEA – CCR orientado a entradas:** Esta metodología se aplica cuando los rendimientos son constantes a escala, es decir por cada unidad de *input* que se utilice se genere una unidad de *output* de manera proporcional (Charnes, Cooper, y Rhodes, 1978). Este modelo realiza una reducción proporcional en las entradas (*inputs*)

manteniendo constante las salidas (*outputs*), con el fin de alcanzar la frontera eficiente mediante un movimiento del *input*.

- **DEA – CCR orientado a salidas:** Al igual que el modelo CCR orientado a entradas, se basa en los rendimientos son constantes a escala con la diferencia está en que estos modelos buscan el máximo crecimiento proporcional de salidas (*outputs*) de la unidad analizada (DMU), manteniendo constante las entradas (*inputs*). Se trata, de alcanzar la frontera eficiente mediante un movimiento del *output*.

En este sentido, el modelo DEA CCR, orientado a las salidas, desarrolla evaluaciones para determinar la eficiencia en cada DMU_j [donde $j = 1, 2, 3 \dots, n$], el resultado de eficiencia se expresa como el cociente entre las variables de entrada V_i [donde $i = 1, 2, 3, \dots, m$], y las variables de salida U_r [donde $r = 1, 2, 3, \dots, s$]:

$$Max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_s$$

3.3. Modelo DEA BCC

Banker, Charnes y Cooper (1984), complementaron el estudio de la frontera de producción eficiente realizado por Farrell, proponiendo la metodología DEA-BCC, la cual se aplica sobre las unidades de toma de decisiones y desarrollan los siguientes modelos:

- **DEA – BCC orientados a entradas:** Esta modelo se aplica para la gestionan los *inputs*, en el que se puede utilizar diferentes cantidades de recursos y el resultado no tiene relación alguna con la cantidad de *outputs* que se generan (Boussofiane et al., 1991). De igual forma este modelo busca la máxima reducción proporcional de entradas (*inputs*) de la unidad analizada (DMU), manteniendo constante las salidas (*outputs*), para alcanzar la frontera eficiente mediante un movimiento del *input*. Debido a que es una métrica menos exigente el número DMUs calificadas como eficientes en los modelos DEA-BCC, será mayor que en los modelos DEA-CCR.
- **DEA – BCC orientados a salidas:** Al igual que los modelos BCC orientado a entradas, se mantiene el supuesto de rendimientos a escalas variables, es decir se puede utilizar diferentes cantidades de recursos y el resultado no tiene relación alguna

con la cantidad de *outputs*. La diferencia está en que estos modelos buscan el máximo incremento proporcional de las salidas(*outputs*) de la unidad analizada (DMU), manteniendo constante las entradas(*inputs*). Se trata de alcanzar la frontera eficiente mediante un movimiento del *output*.

Es importante recalcar que los índices de eficiencia del modelo BCC orientados al *input* y orientados al *output*, no son iguales, debido a que se considera los rendimientos variables a escala. Lo que no ocurre con los índices de eficiencia del modelo CCR.

Por tanto, el modelo BCC orientado a la salida, desarrolla evaluaciones para determinar la eficiencia en cada DMU_j j [donde $j = 1, 2, 3 \dots, n$], mediante el siguiente programa lineal:

$$\text{Max } Ec = \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} = u'$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ic} = 1$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + u' \leq 0 \quad k = 1, 2, \dots, c \dots, n$$

$$u_j, v_i \geq 0, i, j$$

3.4. Selección de variables y modelos a utilizar

En el estudio se emplea el modelo matemático DEA que es utilizado en distintas investigaciones por todo el mundo, se ha visto conveniente la adaptación de este modelo al sector empresarial que ofrecen productos de renta variable en la BVQ y BVG, en donde se utilizarán distintas variables, con el objetivo de determinar la eficiencia de dichas empresas, dentro del cual se establecerá unidades de análisis (empresas) y variables definidas como *inputs* y *outputs*.

Para el desarrollo de esta investigación se toman las variables de la Tabla 1, teniendo en cuenta la información disponible y consistente aportada por las Bolsas de Valores de Quito y Guayaquil así como también por la Superintendencia de Compañías, información asociada a los rubros financieros de las empresas cotizantes, además de aplicar el modelo BCC-O de la metodología DEA, método no paramétrico de optimización que mide rendimientos a escala variable (Banker, Charnes y Cooper) para clasificar las empresas en eficientes y no eficientes. Con esto se busca analizar cómo las variables de entrada inciden en la mejora de las variables de salidas asociadas a los ratios financieros de las empresas objeto de esta investigación.

Es importante mencionar que para la interpretación de los resultados es necesario generar intervalos de eficiencia como lo menciona Carrillo y Gómez (2017) ya que recomienda agrupar los indicadores de eficiencia. Por tal motivo en el presente estudio se utilizaron 3 grupos con base al resultado de eficiencia técnica alcanzado: el primer grupo denominado “alta eficiencia” conformado por empresas con un puntaje de eficiencia entre 1 y 0,86; el segundo grupo denominado “eficiencia media”, el cual incluye empresas con puntajes entre 0,85 y 0,50; por último, un tercer grupo de “baja eficiencia” con puntajes menores a 0,50.

Las variables están consideradas de forma que puedan ser empleadas homogéneamente en el análisis de las empresas, independientemente del giro de la empresa, pues dichas variables están presentes en todas las DMUs, esto permite generar resultados a partir de información estándar.

Tabla 1.

Variables de Entrada y Salida del Modelo DEA Establecido

	<i>Input</i>		<i>Output</i>
TA	Total de activos	ROE	ROE
PA	Patrimonio	IL	Índice de liquidez
TP	Total de pasivo	IE	Índice de endeudamiento
ING	Ingresos		
C y GT	Costos y gastos totales		

Elaboración de Autores

3.5. Descripción de variables

La información de eficiencia empresarial y la información financiera generan un punto de partida más sólido tanto para los inversionistas como para la empresas al momento de analizar y conocer la situación real en la que se encuentran las empresas y esto contribuye a aminorar los posibles riesgos (Arrieta & Huamani, 2020). Es conocido que el mercado de valores local es relativamente pequeño y no se encuentra muy desarrollado pues existen empresas que no participan de una manera activa en él (Basantes, 2014).

Para la presente investigación se recurrió a información de fuentes secundarias como las obtenidas de páginas oficiales de entes reguladores como Superintendencia de Compañías, Superintendencia de Bancos, Bolsa de Valores de Quito y Bolsa de Valores de Guayaquil, así como de las páginas oficiales de cada una de las empresas. Con base en esto, se compararon las variables e indicadores utilizados en estudios similares aplicando la metodología DEA, obteniendo los *inputs* y *outputs* representativos, por lo que una de las mayores problemáticas en el modelo, para determinar la eficiencia de las instituciones bancarias, consiste en selección de las variables de entradas y salidas. Por ello Arias(2013)

presenta dos criterios de clasificación para los insumos y productos de la actividad bancaria: (1) enfoque de producción, que considera que una entidad bancaria genera productos de servicios los financieros que ofrece a partir únicamente de *inputs* físicos, como: el personal, el espacio físico como propiedades, planta, equipos, y el capital, mientras que los *outputs* serían las transacciones de crédito y de depósitos procesados; (2) enfoque de intermediación, que considera a las empresas bancarias como intermediarias entre agentes económicos con la necesidad de financiación, por tanto los *inputs* vendrían a ser depósitos, costos financieros, capital, etc. y los *outputs* se consideran a los créditos, rendimientos y las inversiones.

En este caso el enfoque de intermediación puede ser más apropiado para la evaluación de las instituciones financieras, no obstante, se empleó una variación del enfoque, en donde los *outputs* se relacionan con los resultados que produce la actividad de las empresas en este análisis clasificadas como financieras y no financieras, mientras que los *inputs*, son los recursos necesarios para ejecutar dichas actividades.

Tomando en cuenta algunas aplicaciones de esta metodología DEA, por varios autores como: Berger (1997) y Fontalvo (2010), que desglosa resultados sobre la eficiencia de entidades financieras, además de analizar *inputs* y *outputs* y los niveles de eficiencia que estos producen, también se incluyen estudios como: ((Fontalvo et al., 2019); (Cabrera & Méndez, 2017); (Zamora & Navarro, 2014); (Kristjanpoller & Saavedra, 2014)), se consideraron las siguientes variables y, a continuación se presenta una breve definición de ellas, así como también algunos autores que las han empleado en diferentes estudios en la Tabla 2.

Tabla 2.*Variables, su Definición y Estudios donde se utilizó en la Metodología DEA*

Variable	Tipo	Definición	Empleado por	
Total de activos (TA)	Input	“Recurso controlado por la entidad, como consecuencia de sucesos pasados, del que la empresa espera obtener, en el futuro, beneficios económicos”(Monge, 2005)	(T. J. Fontalvo et al., 2019) “Metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA) - GLMNET para la Evaluación y Pronóstico de Eficiencia Financiera en una Zona Franca Industrial - Colombia.”	
Total Pasivo (PA)	Pasivo	Input	Según la NIC, define al pasivo como la “obligación presente de la empresa, surgida a raíz de sucesos pasados, al vencimiento de la cual y para cancelarla, la entidad espera desprenderse de recursos que incorporan beneficios económicos”(Monge, 2005)	(T. J. Fontalvo et al., 2019) “Metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA) - GLMNET para la Evaluación y Pronóstico de Eficiencia Financiera en una Zona Franca Industrial - Colombia.”
Total patrimonio (TP)	Input	“Parte residual de los activos de la empresa, una vez deducidos los pasivos” (Monge, 2005)	(T. J. Fontalvo et al., 2019) – “Metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA) - GLMNET para la Evaluación y Pronóstico de Eficiencia Financiera en una Zona Franca Industrial - Colombia.” (Cabrera Regalado & Méndez Rengel, 2017) - “Evaluación de la Eficiencia de las Empresas Constructoras del Ecuador, mediante el Análisis Envolvente de Datos”	
Ingresos (ING)	Input	Se define como “incrementos en los beneficios económicos, producidos a lo largo de un período contable, en forma de entrada o incrementos de valor de los activos, o bien como decrementos de los pasivos, que dan como resultado aumentos del patrimonio neto, y no están relacionados con las aportaciones de los propietarios a ese patrimonio”(Monge, 2005)	(Zamora Torres & Navarro Chávez, 2014) – “Eficiencia de la administración pública aduanera a través del modelo DEA”	

Costos y Gastos totales (C y GT)	<i>Input</i>	Los gastos se definen como “decrementos en los beneficios económicos, producidos a lo largo del período contable, en forma de salidas o disminuciones de valor de los activos, o bien como surgimiento de pasivos, que dan como resultado decrementos en el patrimonio neto, y no están relacionados con las distribuciones realizadas a los propietarios” (Monge, 2005).	(T. Fontalvo et al., 2018) “Método Análisis Envolvente de Datos y Redes Neuronales en la Evaluación y Predicción de la Eficiencia Técnica de Pequeñas Empresas Exportadoras.”
ROE	<i>Output</i>	“Indicador de rentabilidad, que muestra el nivel de eficiencia con el cual se han manejado los recursos propios que componen el patrimonio de la empresa” (Andrade, 2011).	(Kristjanpoller Rodríguez & Saavedra Rodríguez, 2014) - La eficiencia técnica de los bancos durante la crisis Caso aplicado a la rentabilidad de la banca comercial en México y Chile
Índice de Liquidez (IL)	<i>Output</i>	<p>Según Hax y Maj (2004), define como la “capacidad que tiene ésta para hacer frente a sus obligaciones a corto plazo”.</p> <p>Otra definición donde Domínguez & Rubio (2007), hacen alusión del concepto de liquidez con el término de solvencia, definiéndose como la capacidad que posee una empresa para asumir sus obligaciones de pagos.</p>	(Pimentel & Nova, 2005) – “Modelo Integrado De Avaliação Da Rentabilidade E Liquidez:Estudo Da Aplicação Da Data Envelopment Analysis (Dea) A Empresas Brasileiras” (Mendoza & Fontalvo Herrera, 2010) – “Modelos De Predicción De Riesgo De Quiebra: Análisis Discriminante vs Análisis Envolvente De Datos (DEA)”
Índice de Endeudamiento (IE)	<i>Output</i>	“Mide el grado de participación de los acreedores en el financiamiento organizacional, estableciendo el riesgo que corren tanto ellos como los propietarios, así como lo positivo o negativo de los niveles de deuda empresarial” (Ortiz, 2011)). Por lo que establece una comparación entre las aportaciones de terceros y la de los accionistas.	(Mendoza & Fontalvo Herrera, 2010) – “Modelos De Predicción De Riesgo De Quiebra: Análisis Discriminante vs Análisis Envolvente De Datos (DEA).” (Mendoza Mendoza, 2009) – “Predicción de riesgo de quiebra para PYMES en el departamento del Atlántico utilizando análisis discriminante y análisis envolvente de datos (DEA).”

Elaboración de Autores

3.6. Criterios de selección de empresas para el análisis

1. Participar en la bolsa de valores con productos de renta variable
2. Años de cotización
3. Nivel de representatividad en la Industria
4. Información completa para el periodo de 2000 a 2021

A continuación, en la Tabla 3 se detallan las empresas que se analizan en esta investigación, además de su clasificación acorde a la bolsa de valores en las que participan y la actividad económica ya sea financiera o no.

Tabla 3.

Empresas que Cotizan en la BVQ y BVG Analizadas en el Estudio.

	Empresa	BVQ	BVG	IFI	Actividad económica
1	Banco Amazonas S.A.	X		Sí	Servicios financieros
2	Banco Bolivariano C.A.	X		Sí	Servicios financieros
3	Banco Guayaquil S.A.	X		Sí	Servicios financieros
4	Banco de la Producción S.A. PRODUBANCO		X	Sí	Servicios financieros
5	Banco Pichincha C.A.	X		Sí	Servicios financieros
6	Banco Solidario S.A.	X		Sí	Servicios financieros
7	Corporación MultiBG S.A.	X		Sí	Actividades auxiliares de las actividades de servicios financieros
8	Inversancarlos S.A.	X		NO	Inversión en la compra de acciones o participaciones de otras compañías o en la suscripción de acciones o participaciones de compañías
9	Cervecería Nacional CN S.A.		X	NO	Elaboración, distribución y venta de cerveza, así como de bebidas sin alcohol y otras bebidas de consumo humano
10	Cristalería del Ecuador S.A. CRIDES		X	NO	Fabricación de toda clase de envases y artículos de vidrio y cristalería en general.
11	Holcim Ecuador S.A.		X	NO	Fabricar y producir clinker, cemento, hormigones en general, y cualquier otro producto industrial relacionado
12	Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A.		X	NO	Cultivo de caña de azúcar y sus derivados, con valor agregado a partir de la caña de azúcar así como el cultivo de cualquier otra variedad agrícola.
13	Continental Tire Andina S.A.	X		NO	Fabricación de productos de caucho y plástico

Elaboración de Autores

3.7. Descripción de datos

Se presenta un resumen promedio de los datos obtenidos para las Unidades Productivas Observadas (DMUs) de análisis, clasificando en empresas financieras y no financieras, la información correspondiente a cada una de las variables se las obtuvo de los boletines de información financiera anual publicados en el sitio web de la Superintendencia de Bancos y la Superintendencia de Compañías, organismos de control que de manera mensual publican información correspondiente a los ejercicios contables de cada una de las empresas de análisis. Los datos tomados para el análisis han sido considerados de la totalidad de 13 DMUs (empresas financieras y no financieras), haciendo referencia a los informes correspondientes a diciembre de cada año del periodo de análisis. La tabla 3, indica un resumen de los datos financieros promedio por empresa, periodo 2000 - 2021, las que se encuentran ordenadas en categorías por empresas financieras y no financieras.

Tabla 4.

Resumen de Datos Financieros Promedio por Empresa, Periodo 2000 - 2021

DMU	Empresa financieras	(I)TA	(I)PA	(I)TP	(I)ING	(I)CyGT	(O)ROE	(O)IL	(O)IE
DMU3	PRODUBANCO S. A	\$2.018.660.211,29	\$1.852.817.690,17	\$185.699.623,26	\$181.248.967,46	\$157.781.012,67	15,44%	32,72%	939,80%
DMU6	Banco Amazonas S.A.	\$134.627.182,72	\$119.255.405,74	\$15.371.776,98	\$16.621.180,13	\$16.144.443,66	3,46%	30,17%	777,75%
DMU7	Banco Bolivariano C.A	\$1.927.526.976,95	\$1.759.696.972,18	\$167.830.004,78	\$156.542.324,82	\$135.212.913,23	18,94%	41,26%	1051,29%
DMU8	Banco Guayaquil S.A.	\$2.844.598.881,76	\$2.568.775.454,24	\$275.823.427,53	\$306.724.151,14	\$272.242.023,22	16,37%	33,72%	1014,08%
DMU9	Banco Pichincha C.A.	\$6.454.998.563,78	\$5.817.690.200,38	\$637.308.363,45	\$774.163.583,03	\$714.976.493,08	12,88%	26,58%	890,07%
DMU10	Banco Solidario S.A.	\$455.919.846,87	\$386.745.006,82	\$69.174.840,05	\$95.245.154,17	\$90.330.466,17	10,04%	30,94%	690,25%
DMU11	Corporación MultiBG S	\$112.480.023,05	\$7.123.540,46	\$105.356.482,58	\$16.066.691,69	\$1.631.062,26	10,03%	6631,27%	19,63%
DMU	Empresa no financieras	(I)TA	(I)PA	(I)TP	(I)ING	(I)CyGT	(O)ROE	(O)IL	(O)IE
DMU1	SOCIEDAD AGRÍCOLA E II	\$205.000.838,00	\$71.835.313,28	\$133.165.524,73	\$116.227.677,00	\$104.515.152,79	8,83%	286,88%	51,53%
DMU2	HOLCIM ECUADOR S.A /	\$438.565.025,48	\$146.942.992,16	\$300.899.629,59	\$329.440.288,75	\$206.756.320,61	29,57%	654,05%	45,65%
DMU4	CERVECERIA NACIONAL CI	\$341.990.184,08	\$217.957.595,32	\$124.032.452,40	\$328.172.187,09	\$209.105.835,28	61,64%	256,03%	169,17%
DMU5	CRISTALERIA DEL ECUADI	\$55.285.387,74	\$14.264.640,36	\$41.020.747,38	\$44.815.173,79	\$34.026.502,34	17,34%	179,30%	34,49%
DMU12	Inversancarlos S.A.	\$59.526.408,62	\$4.345.921,65	\$55.180.486,98	\$11.025.446,27	\$3.794.247,05	12,88%	241,77%	9,69%
DMU13	Continental Tire Andi	\$104.969.674,47	\$55.777.068,58	\$49.192.605,90	\$124.826.184,37	\$117.178.361,75	7,45%	169,03%	131,16%

Elaboración de autores

4. Resultados y Discusión

4.1. Resultados de eficiencia por DEA CCR-I

El análisis se realiza independientemente de que las empresas sean financieras o no, esto con el fin de mantener la homogeneidad requerida por el método DEA para las DMUs analizadas. A continuación, se muestran los resultados para las empresas (DMU) financieras en el periodo 2000-2021. Para una mejor visualización en la presentación lo resultados se ha categorizado la eficiencia de la siguiente manera:

Nivel de eficiencia	Intervalo	Color
Alta eficiencia	1 - 0,86	
Media eficiencia	0,85 - 0,50	
Baja eficiencia	0,49 - 0,00	

Tabla 5.

Resultados DEA CCR-I para Empresas Financieras, Periodo 2000 - 2021

Empresa	↓	RESULTADO INSTITUCIONES FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA CCR_I										2011
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Banco Amazonas S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Banco Bolivariano C.A.		1,00	1,00	0,63	0,69	0,69	0,61	1,00	0,94	0,68	0,71	0,30
Banco Guayaquil S.A.		0,59	0,44	0,29	0,29	0,28	0,27	0,46	0,50	0,35	0,52	0,19
Banco Pichincha C.A.		0,14	0,13	0,10	0,10	0,11	0,12	0,18	0,14	0,16	0,13	0,05
Banco Solidario S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,32	0,44	0,33	0,80	0,41
Corporación MultiBG S.A. 1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PRODUBANCO S. A		0,40	0,44	0,35	0,33	0,31	0,29	0,70	0,55	0,35	0,50	0,19
Promedio		0,73	0,72	0,62	0,63	0,63	0,59	0,67	0,65	0,55	0,67	0,45
Max		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min		0,14	0,13	0,10	0,10	0,11	0,12	0,18	0,14	0,16	0,13	0,05
												0,03

Empresa	↓	RESULTADO INSTITUCIONES FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA CCR_I										2021	Promedio DMU
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Banco Amazonas S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,03	0,02	0,91	
Banco Bolivariano C.A.		0,38	0,22	0,19	0,41	0,17	0,49	0,51	0,36	0,00	0,00	0,51	
Banco Guayaquil S.A.		0,11	0,08	0,11	0,14	0,07	0,26	0,29	0,20	0,00	0,00	0,26	
Banco Pichincha C.A.		0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,07	0,10	0,06	0,00	0,00	0,08	
Banco Solidario S.A.		1,00	0,17	0,25	0,49	0,17	0,92	0,95	0,60	0,01	0,01	0,60	
Corporación MultiBG S.A. 1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
PRODUBANCO S. A		0,33	0,16	0,15	0,19	0,11	0,36	0,41	0,28	1,00	1,00	0,39	
Promedio		0,55	0,38	0,39	0,47	0,36	0,59	0,61	0,50	0,29	0,29	0,54	
Max		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Min		0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,07	0,10	0,06	0,00	0,00	0,08	

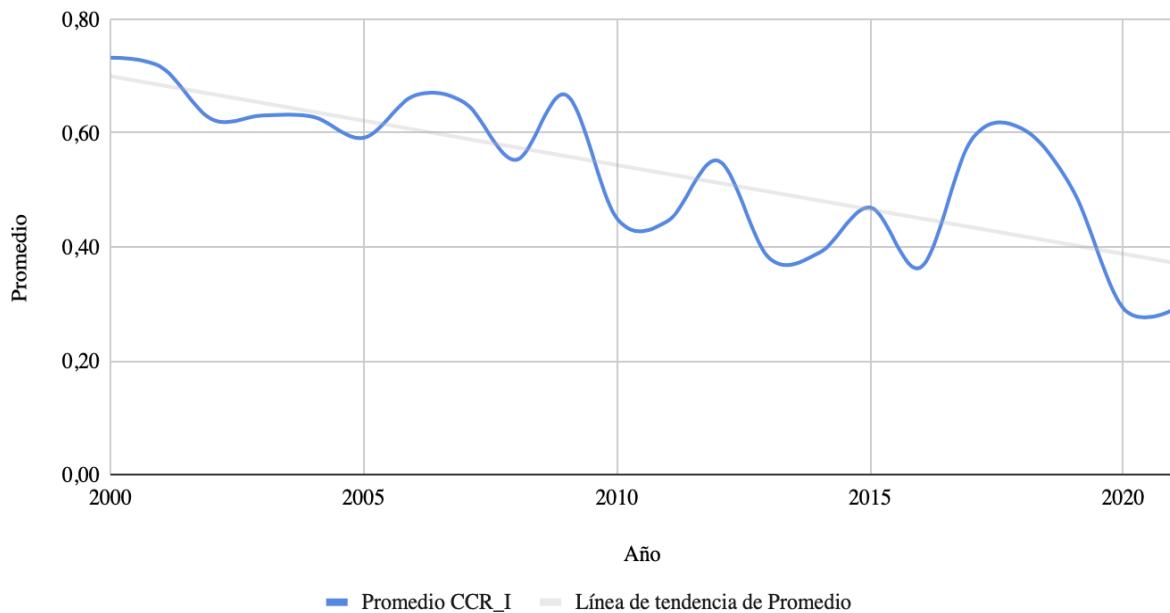
Elaboración de autores

La Tabla 6 presenta los coeficientes de eficiencia técnica obtenidos mediante el análisis DEA con enfoque de rendimientos constantes (CCR-I) de las empresas clasificadas como financieras en el periodo 2000 - 2021, así como los respectivos resúmenes anuales. Es posible identificar el mayor promedio de eficiencia técnica del periodo de estudio, este corresponde al año 2000 con un promedio alrededor de 0,73. Por otro lado, los años 2020 y 2021 reflejan el promedio más bajo, que corresponde al 0,29 y evidentemente existen empresas que han alcanzado la eficiencia total es decir un coeficiente igual a 1, así como empresas que en ciertos periodos han caído en la ineficiencia total de 0.

La Figura 1 muestra la evolución de la eficiencia técnica del conjunto de empresas financieras en forma de promedio anual, además de la tendencia decreciente que presenta a lo largo del periodo.

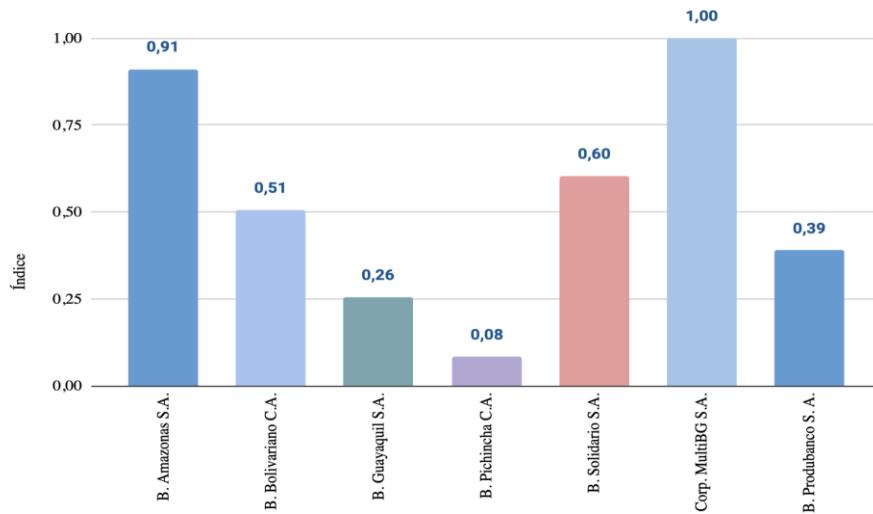
Figura 1.

Evolución de Eficiencia Técnica (DEA-CCR-I) de las Empresas Financieras (2000- 2021)



Existen varios puntos que llaman la atención, como el notable incremento del coeficiente de eficiencia a partir del año 2016 hasta el año 2018, en donde sobrepasa pasa de un coeficiente de 0,36 a 0,60 del nivel de eficiencia, sin embargo esta tendencia es revertida a partir de 2018 y en 2020 alcanza el nivel más bajo de eficiencia promedio con un índice de 0,29, el promedio se mantiene dentro de esta tendencia decreciente en donde se pueden observar ciertos repuntes importantes en 2006, 2009 y 2012 alcanzando coeficientes equivalentes a 0,67, 0,67 y 0,55 respectivamente.

Es importante además conocer cuál ha sido el nivel de eficiencia promedio por empresa a lo largo de todo el periodo de estudio, a continuación, en la Figura 2, se puede apreciar la situación de la eficiencia técnica correspondiente a las 7 empresas financieras estudiadas.

Figura 2.*Eficiencia Promedio de las Empresas Financieras Periodo 2000-2021*

Se puede observar que la entidad con menor eficiencia promedio la presenta Banco Pichincha, equivalente a 0,08, este coeficiente tan bajo puede ser explicado por el tamaño de la empresa, pues representa al banco más grande de Ecuador, y como se ha visto en otros estudios, las empresas más grandes tienden a presentar mucha menor eficiencia que sus contrapartes más pequeñas, además hay que tener en cuenta se hace referencia a una institución financiera cuya razón de ser es la captación de dinero, es decir, el endeudamiento, este factor puede ser interpretado como ineficiencia dentro del modelo. En los apartados siguientes se analiza la diferencia entre empresas financieras y no financieras en términos de eficiencia técnica para aclarar este tema. Continuando con esta explicación, es lógico pensar que la segunda institución financiera más grande del Ecuador se sitúa como la segunda menos eficiente, pues su coeficiente corresponde a 0,26, así mismo esta es seguida por Produbanco con 0,39, a continuación el Banco Bolivariano con 0,51 y finalmente para completar el ranking, el Banco Solidario con el 0,60. También se observa que el punto más alto de eficiencia es alcanzado por Corporación MultiBG, coeficiente igual a 1, seguido de Banco Amazonas con un coeficiente de 0,91, aquí estas dos empresas no representan del todo instituciones de gran tamaño, entonces es notable lo antes expuesto, las DMU de menor tamaño tienden a mostrar una eficiencia técnica por encima de las de mayor tamaño.

Una vez concluido el análisis preliminar de las empresas financieras, es pertinente continuar con aquellas empresas que realizan actividades diferentes a los servicios financieros. A continuación, se muestran los resultados para las empresas (DMU) no financieras en el periodo 2000-2021, con la respectiva representación en colores para el nivel de eficiencia para una mejor visualización.

Tabla 6.

Resultados DEA CCR-I para Empresas no Financieras, Periodo 2000 – 2021

Empresas	↓↑	RESULTADO EMPRESAS NO FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA CCR_I										
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Inversancarlos S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CERVECERIA NACIONAL CN S.A		1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Continental Tire Andina S.A. 407		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CRISTALERIA DEL ECUADOR SA CRIDES		0,90	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
HOLCIM ECUADOR S.A /		1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,21	0,45	0,38	0,38	0,41	0,25
SOCIEDAD AGRICOLA E INDUSTRIAL		0,64	0,79	0,39	0,56	0,64	0,62	0,75	1,00	0,62	0,49	0,74
Promedio		0,92	0,96	0,90	0,82	0,91	0,81	0,87	0,90	0,83	0,82	0,83
Max		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min		0,64	0,79	0,39	0,33	0,64	0,21	0,45	0,38	0,38	0,41	0,25
												0,20

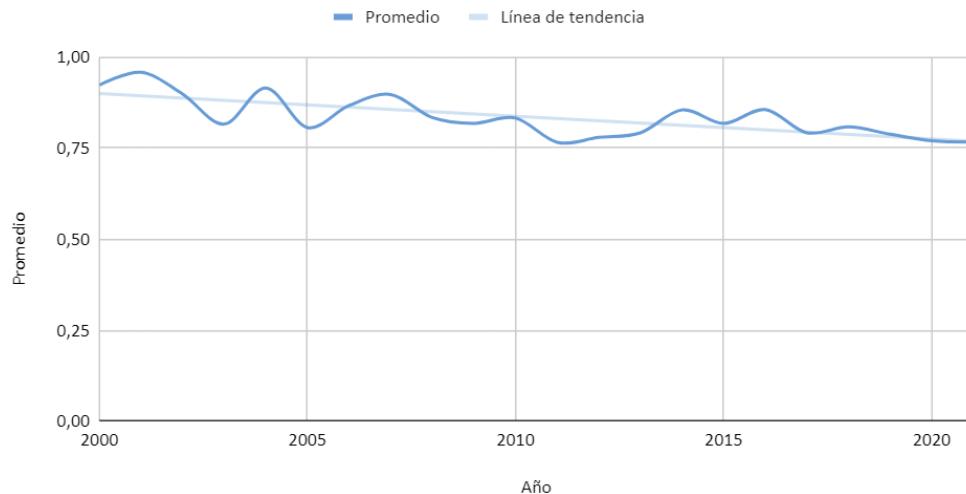
Empresas	↓↑	RESULTADO EMPRESAS NO FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA CCR_I										
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Promedio
Inversancarlos S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CERVECERIA NACIONAL CN S.A		1,00	1,00	1,00	0,81	0,97	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
Continental Tire Andina S.A. 407		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,91	0,99
CRISTALERIA DEL ECUADOR SA CRIDES		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
HOLCIM ECUADOR S.A /		0,25	0,15	0,29	0,30	0,34	0,30	0,20	0,29	0,24	0,33	0,42
SOCIEDAD AGRICOLA E INDUSTRIAL		0,42	0,59	0,84	0,79	0,82	0,68	0,64	0,44	0,42	0,36	0,62
Promedio		0,78	0,79	0,85	0,82	0,86	0,79	0,81	0,79	0,77	0,77	0,83
Max		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min		0,25	0,15	0,29	0,30	0,34	0,30	0,20	0,29	0,24	0,33	0,42

Elaboración de autores

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos por el modelo DEA CCR-I de las seis empresas no financieras que forman parte del conjunto de análisis para el periodo 2000 - 2021. Además, se pueden observar resúmenes anuales como promedios valores máximos y mínimos. Entre las empresas, aquellas que presentan el mayor promedio de eficiencia a lo largo del periodo son, Inversancarlos con un coeficiente de eficiencia equivalente a 1. Seguido por Continental Tire Andina y Cristaleria del Ecuador Cridesa con un índice equivalente de 0.99. Por otro lado, Holcim Ecuador muestran un coeficiente de eficiencia más bajo en el análisis equivalente a 0.42.

Figura 3.

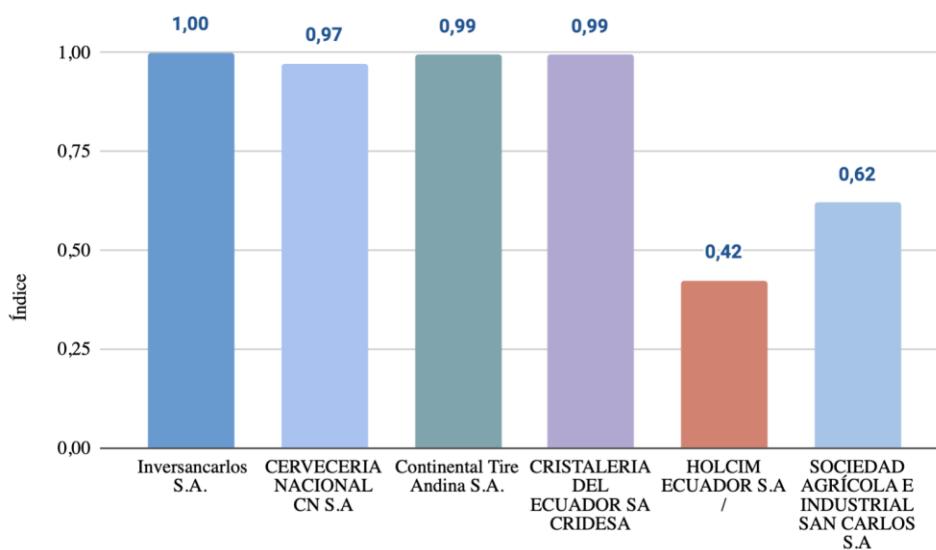
Evolución de Eficiencia Técnica (DEA-CCR-I) de las Empresas no Financieras (2000- 2021)



La Figura 3 muestra el promedio de eficiencia del conjunto de las 6 empresas no financieras analizadas a lo largo del periodo 2000 - 2021. En 2002 se presenta el mayor coeficiente de eficiencia técnica promedio de las empresas, equivalente a 0,96. Para los siguientes años se presenta un tendencia bajista notable hasta que en el 2011 encuentra el índice más bajo de 0,77, a continuación de estos años se observa un cambio de tendencia la cual es revertida en el año 2016, año en el cual alcanzó un índice de 0,86. Desde este punto la eficiencia técnica comienza nuevamente a decrecer alcanzando en el 2020 y 2021 el mismo índice que se había marcado en el 2011 es decir 0,77.

Figura 4.

Eficiencia Promedio de las Empresas no Financieras Periodo 2000-2021

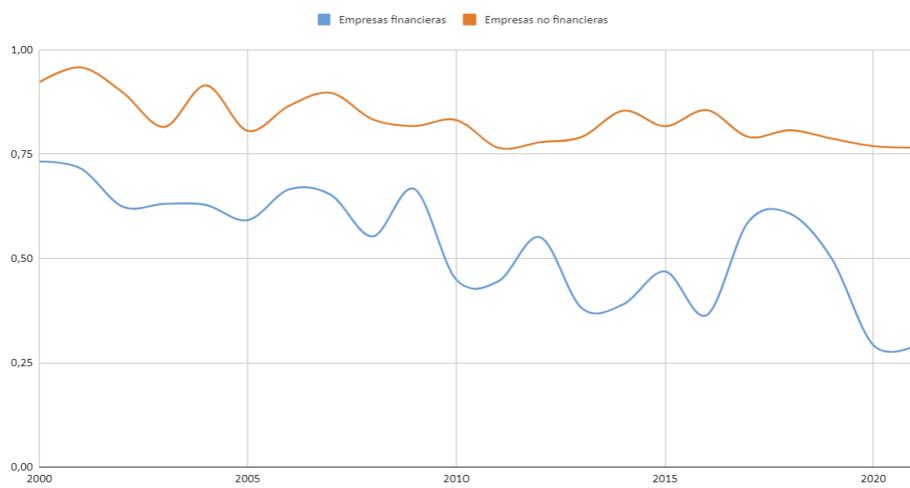


La Figura 4 muestra el coeficiente de eficiencia técnica promedio por empresas a lo largo del periodo de estudio de las empresas no financieras. Existen empresas que alcanzan el máximo nivel de eficiencia que arroja el modelo, 1, esta es Inversancarlos S.A. Seguido muy de cerca por las empresas Continental Tire Andina y Cristaleria del Ecuador con un índice de 0.99, por otro lado, el punto promedio más bajo es alcanzado por Holcim Ecuador, punto correspondiente a 0,42.

Es importante realizar un comparativa de los resultados que ofrece el modelo DEA CCR- I tanto para empresas financieras y no financieras, esto con la finalidad de analizar qué sector presenta mayor eficiencia en términos de la metodología DEA, además de encontrar tendencias relevantes en el gráfico, por lo que a continuación se presenta aspectos relevantes de esta comparativa.

Figura 5.

Comparativa de Empresas Financieras y no Financieras con el Modelo DEA CCR-I



Uno de los principales aspectos a detallar es la tendencia decreciente que presenta para cada una de las clasificaciones, demostrando que desde el 2000 al 2021 las empresas bajaron su nivel de eficiencia, lo que implica a nivel de productividad una deficiente utilización de los recursos que disponen, como segundo punto las empresas financieras presentan más variaciones en su gráfica ya que los incrementos y decrementos se notan con mayor impulso, por otro lado las empresas no financieras mantienen su nivel de eficiencia en un intervalo de 1 - 0,75, lo que se considera relevante ya que en la asignación de niveles para medir la eficiencia, estas empresas en promedio se encuentran en el grupo denominado “eficiencia media”, mientras que las empresas financieras varían constantemente de un grupo de “eficiencia media” a “baja eficiencia” .

4.2. Resultados de eficiencia por DEA BCC-O

Siguiendo la metodología anterior de análisis por DEA CCR-I, en el modelo BCC-O se continúa con el estudio independiente de empresas financieras y no financieras. A continuación, en la Tabla 6 se presentan los coeficientes de eficiencia técnica obtenidos mediante el análisis DEA con enfoque de rendimientos constantes (BCC-O) de las empresas clasificadas como financieras en el periodo 2000 - 2021, así como los respectivos resúmenes anuales, de igual forma para una mejor visualización se emplea la categorización por colores para los distintos niveles de eficiencia.

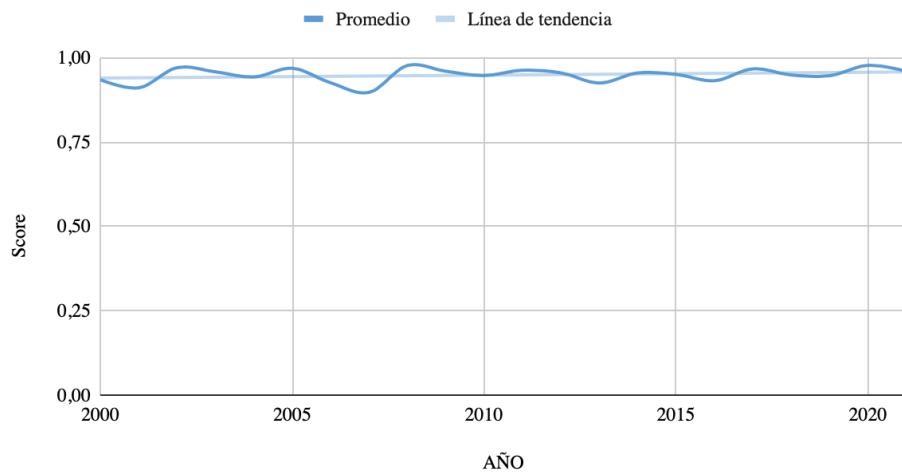
Tabla 7.

Resultado DEA BCC-O para Empresas Financieras, Periodo 2000 - 2021

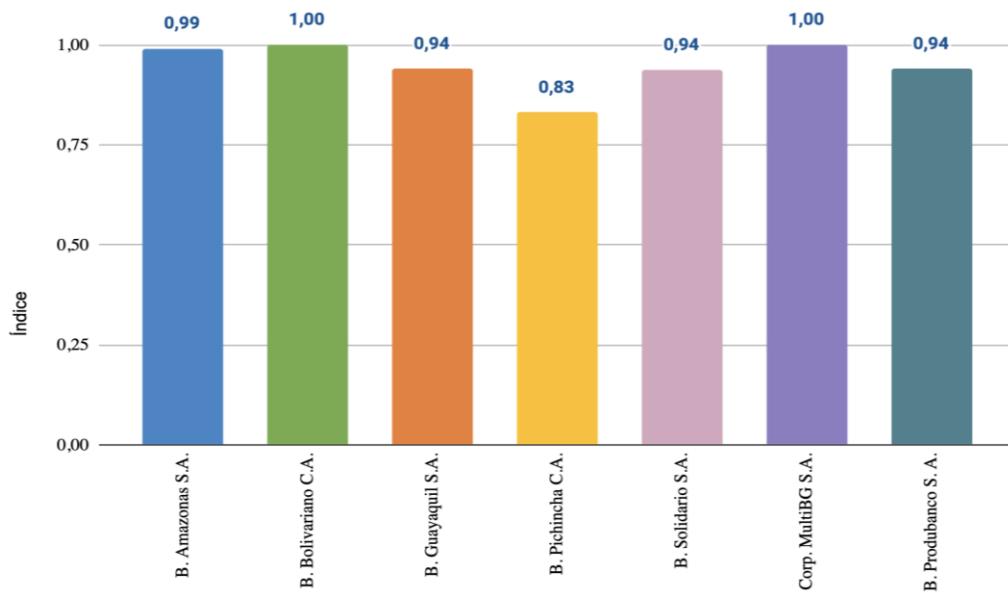
Empresa	RESULTADO EMPRESAS FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA BCC_O											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Banco Amazonas S.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Banco Bolivariano C.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Banco Guayaquil S.A.	1,00	0,98	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Banco Pichincha C.A.	0,70	0,68	0,93	0,88	0,81	0,78	0,71	0,69	1,00	0,75	0,86	0,86
Banco Solidario S.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,77	0,84	1,00	0,83	1,00
Corporación MultiBG S.A. 197	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PRODUBANCO S. A	0,85	0,71	1,00	0,82	0,79	1,00	0,99	0,83	1,00	0,97	0,94	0,88
Promedio	0,93	0,91	0,97	0,96	0,94	0,97	0,93	0,90	0,98	0,96	0,95	0,96
Max	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min	0,70	0,68	0,86	0,82	0,79	0,78	0,71	0,69	0,84	0,75	0,83	0,86
Empresa	RESULTADO EMPRESAS FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA BCC_O											
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Promedio DMU	
Banco Amazonas S.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	
Banco Bolivariano C.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Banco Guayaquil S.A.	0,81	0,91	0,96	0,78	0,81	0,91	0,85	0,83	0,96	1,00	0,94	
Banco Pichincha C.A.	0,87	0,91	0,86	0,88	0,91	0,86	0,79	0,86	0,88	0,79	0,83	
Banco Solidario S.A.	1,00	0,77	0,86	1,00	0,80	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,94	
Corporación MultiBG S.A. 197	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
PRODUBANCO S. A	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	
Promedio	0,96	0,93	0,96	0,95	0,93	0,97	0,95	0,95	0,98	0,96	0,95	
Max	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Min	0,81	0,77	0,86	0,78	0,80	0,86	0,79	0,83	0,88	0,79		

Elaboración de autores

En la Tabla 8 es posible apreciar varios aspectos importantes acerca de la eficiencia técnica mediante el modelo DEA BCC aplicado a las empresas financieras. En promedio los años que presentan un mayor coeficiente de eficiencia son 2020 y 2008, este coeficiente equivale a 0,98, mientras que aquel que muestra el promedio relativamente más bajo equivalente a 0,90 es 2007. También es posible observar que, a lo largo de todo el periodo, los bancos Amazonas, Bolivariano y la Corporación MultiBG poseen una eficiencia promedio de 1, es decir eficiencia total y aquella empresa que muestra el promedio más bajo con este modelo de todo el periodo es el Banco Pichincha con alrededor de 0,83. Esto pone en evidencia los altos resultados que se obtienen cuando se evalúa la eficiencia técnica mediante el modelo BCC.

Figura 6.*Evolución de Eficiencia Técnica (DEA-BCC-O) de las Empresas Financieras (2000 - 2021)*

La Figura 6 muestra la evolución de la eficiencia técnica del conjunto de empresas financieras en forma de promedio anual, además de la tendencia que presenta a lo largo del periodo, tendencia ligeramente creciente. Es notable la disminución del coeficiente de eficiencia en el año 2007, en donde baja hasta un nivel equivalente a 0,90, en contraposición a esto, el periodo llega a su punto más alto de eficiencia promedio en el año 2008, el cual corresponde a 0,98. En los años restantes del periodo, el promedio se mantiene dentro de estos límites señalados.

Figura 7.*Eficiencia Promedio de las Empresas Financieras, Período 2000-2021*

La Figura 7 presenta la eficiencia técnica promedio por empresa financiera a lo largo de todo el periodo de estudio. Se puede observar que la entidad con menor eficiencia promedio la presenta Banco Pichincha, equivalente a 0,83, mientras que el punto más alto de eficiencia es alcanzado por Banco Bolivariano y Corporación MultiBG, coeficiente igual a 1.

Para continuar con el análisis por modelo DEA BCC-O, se presentan los resultados obtenidos para empresas no financieras, así como los resúmenes anuales.

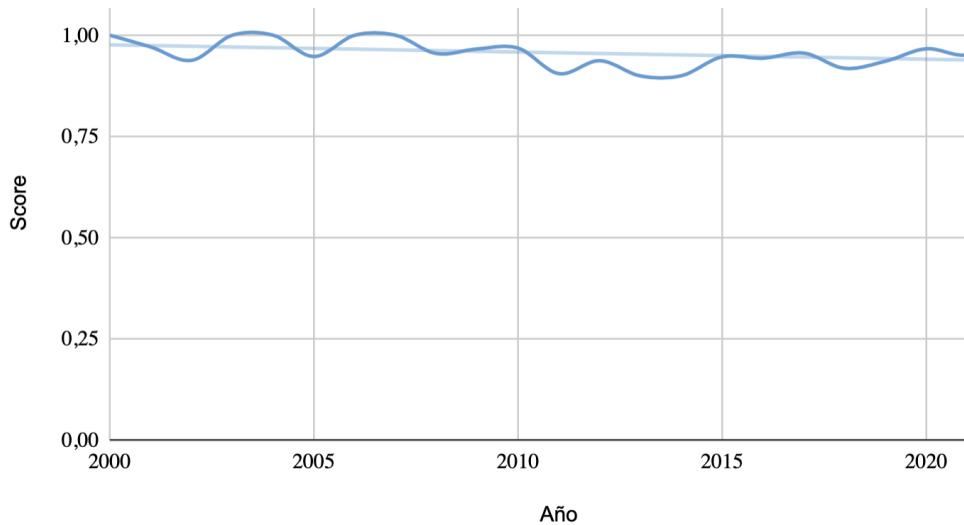
Tabla 8.

Resultado DEA BCC-O para Empresas no Financieras en el Periodo de Análisis

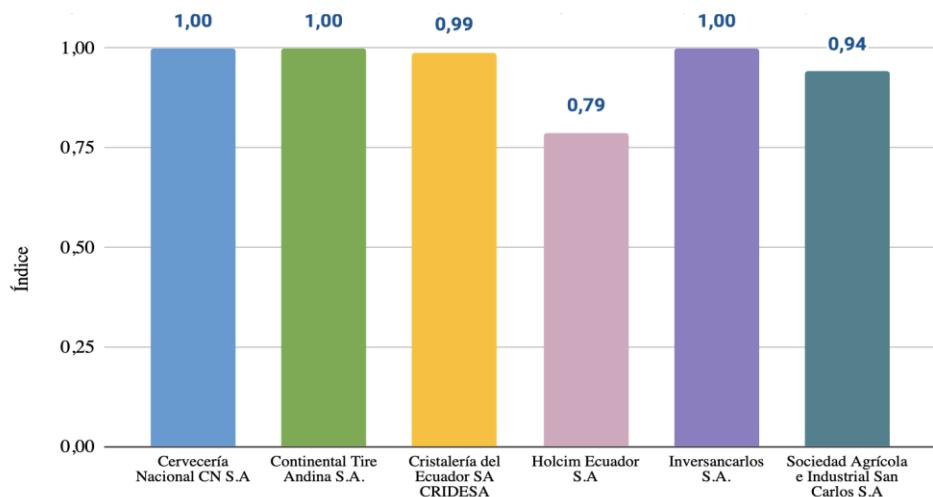
Empresas	↓↑	RESULTADO EMPRESAS FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA BCC_O									
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010
CERVECERIA NACIONAL CN S.A		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Continental Tire Andina S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CRISTALERIA DEL ECUADOR SA CRIDES		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
HOLCIM ECUADOR S.A /		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00	0,73	0,80
Inversancarlos S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS S.A		1,00	0,83	0,63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Promedio		1,00	0,97	0,94	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,95	0,97
Max		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min		1,00	0,83	0,63	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00	0,73	0,80
RESULTADO EMPRESAS FINANCIERAS APLICANDO LA METODOLOGIA DEA BCC_O											
Empresas	↓↑	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 Promedio DMU
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CERVECERIA NACIONAL CN S.A		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Continental Tire Andina S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CRISTALERIA DEL ECUADOR SA CRIDES		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
HOLCIM ECUADOR S.A /		0,77	0,49	0,48	0,68	0,66	0,74	0,65	0,61	0,80	0,71
Inversancarlos S.A.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS S.A		0,85	0,91	0,92	1,00	1,00	1,00	0,86	1,00	1,00	0,94
Promedio		0,94	0,90	0,90	0,95	0,94	0,96	0,92	0,94	0,97	0,95
Max		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min		0,77	0,49	0,48	0,68	0,66	0,74	0,65	0,61	0,80	0,71

Elaborado por autores

La tabla 9 muestra los resultados obtenidos por el modelo DEA BCC-O de las seis empresas no financieras que forman parte del conjunto de análisis para el periodo 2000 - 2021. Además, se pueden observar resúmenes anuales como promedios valores máximos y mínimos. Entre las empresas, aquellas que presentan el mayor promedio de eficiencia a lo largo del periodo son, Cervecería Nacional, Continental Tire Andina, Cridesa e Inversancarlos las mismas que presentan un coeficiente de eficiencia equivalente a 1. Por otro lado, Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos y Holcim Ecuador muestran un coeficiente de eficiencia promedio de 0,9417 y 0,7870 respectivamente.

Figura 8.*Promedio Anual de Eficiencia Técnica de Empresas no Financieras, Periodo 2000 - 2021.*

La Figura 8 muestra el promedio de eficiencia del conjunto de las 6 empresas no financieras analizadas a lo largo del periodo 2000 - 2021. En los años de 2003, 2004, 2006 y 2007 se presenta el mayor coeficiente de eficiencia técnica promedio de las empresas, equivalente a 1. Además, el nivel más bajo de eficiencia alcanzado por las empresas corresponde a 0,89 y se presenta en el año 2013. Como observación final acerca de este gráfico se encuentra la línea de tendencia decreciente que presenta.

Figura 9.*Eficiencia Técnica Promedio de las Empresas no Financieras, Periodo 2000 - 2021*

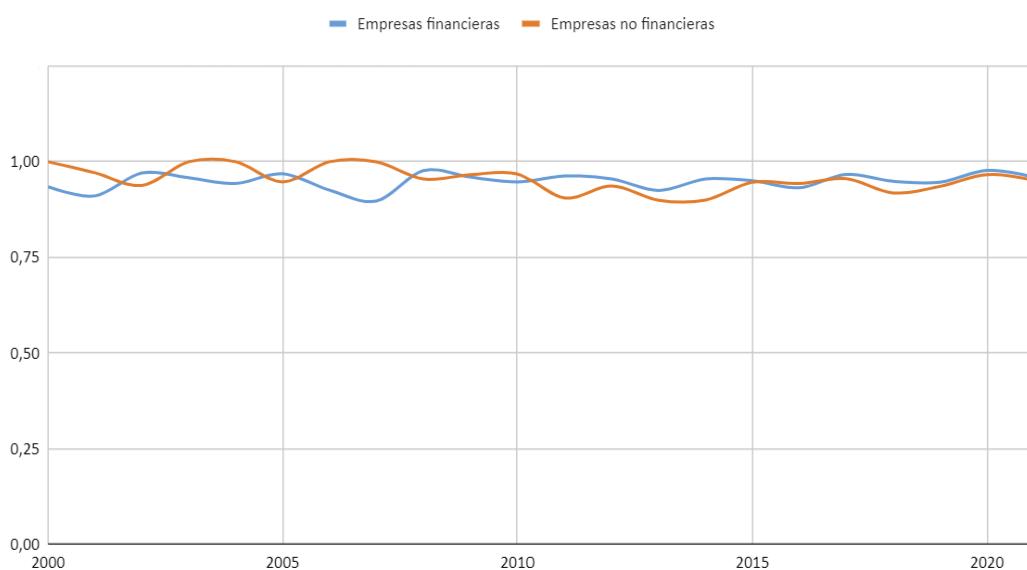
Esta Figura 9 muestra el coeficiente de eficiencia técnica promedio por empresas a lo largo del periodo de estudio de las empresas no financieras. Existen tres empresas que alcanzan el máximo nivel de eficiencia que arroja el modelo, 1, estas empresas son Cervecería

Nacional, Continental Tire Andina e Inversancarlos S.A. Cabe indicar que existe una empresa que se acerca mucho a este nivel, con un coeficiente promedio de 0,99, la empresa Cridesa. El punto promedio más bajo es alcanzado por Holcim Ecuador, punto correspondiente a 0,79.

Al aplicar el modelo BCC-O, es importante realizar un comparativa de los resultados de eficiencia tanto para empresas financieras y no financieras, esto con la finalidad de analizar qué sector presenta mayor eficiencia en términos de la metodología DEA, además de encontrar tendencias relevantes en el gráfico, por lo que a continuación se presenta aspectos relevantes de esta comparativa.

Figura 10.

Comparativa de Empresas Financieras y no Financieras con el Modelo DEA BCC-O



Uno de los principales aspectos a detallar es la tendencia lateral que presenta para cada una de las clasificaciones, demostrando que desde el 2000 al 2021 las empresas en su gran mayoría mantuvieron su nivel de eficiencia, lo que implica a nivel de productividad una adecuada utilización de los recursos que disponen ya una parte considerable de las empresas no financieras en los años 2000, 2003, 2004, 2006 y 2007, alcanzaron el máximo nivel de eficiencia, como segundo punto las empresas financieras presentan puntos de eficiencia más bajos llegando hasta 0,90 y un intervalo más alto de 0,98 lo que la ubica dentro de la categorización de “alta eficiencia”.

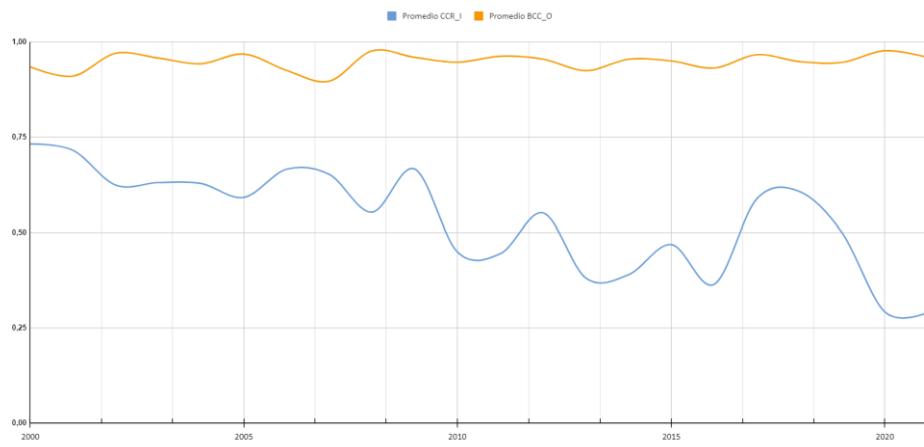
4.3. Comparativa Modelo BCC - O y CCR - I para empresas financieras

A continuación, se realiza una comparativa entre los resultados de eficiencia obtenidos mediante la aplicación de los modelos BCC - O y CCR - I para las empresas financieras, en

la Figura 9 es posible apreciar estos resultados en una gráfica común del promedio de eficiencia técnica para los años del periodo 2000 - 2021.

Figura 11.

Comparación de Resultados entre Modelos BCC y CCR en Eficiencia Promedio Anual de Empresas Financieras



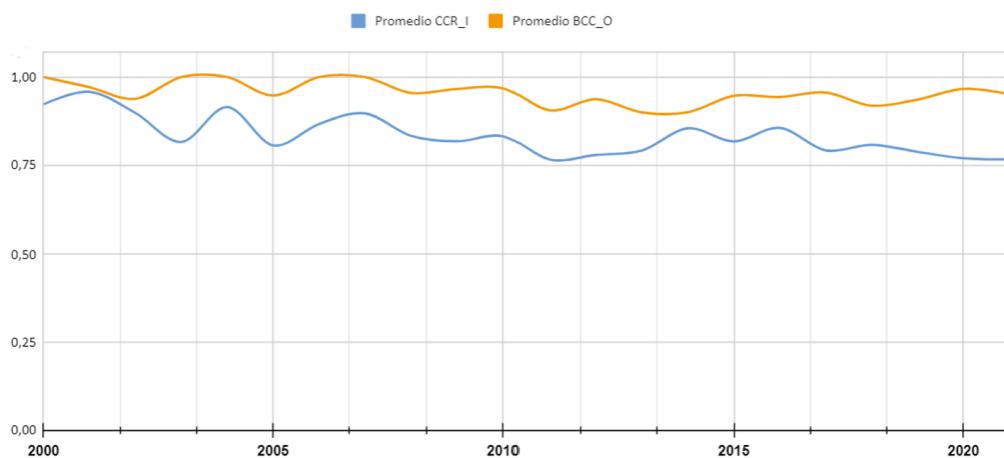
La Figura 11 muestra la diferencia entre los resultados de eficiencia técnica obtenidos por los modelos BCC - O y CCR - I para empresas financieras en el periodo 2000 - 2021. Se puede observar que el modelo BCC muestra resultados de eficiencia promedio mucho más altos que el modelo CCR, pues estos resultados no caen bajo del coeficiente 0,90. Por otro lado, en el modelo CCR, el nivel máximo alcanzado es equivalente a 0,73 en el año 2000, esto lleva a una gran brecha de resultados entre los dos modelos. Sumado a esto, se aprecia que la mayor brecha se presenta en el año 2020, en donde el modelo BCC alcanza un nivel de eficiencia de 0,98, en contraste con el modelo CCR que alcanza un coeficiente de 0,29; resultando en una brecha de 0,69. Además es importante mencionar que en ningún momento, a lo largo de todo el periodo de análisis, las líneas llegan a cruzarse o coincidir, esto pone en evidencia la considerable diferencia entre los resultados obtenidos, y la importancia de seleccionar de manera adecuada el modelo a emplear para evaluar la eficiencia de una organización.

4.4. Comparativa Modelo BCC - O y CCR - I para empresas no financieras

Del mismo modo en que se analizó la comparación de resultados entre los modelos BCC - O y CCR - I para empresas financieras, es pertinente realizar una comparación similar para el caso de empresas no financieras. A continuación, la Figura 10 muestra los resultados para empresas no financieras y permite visualizar la brecha en los resultados.

Figura 12.

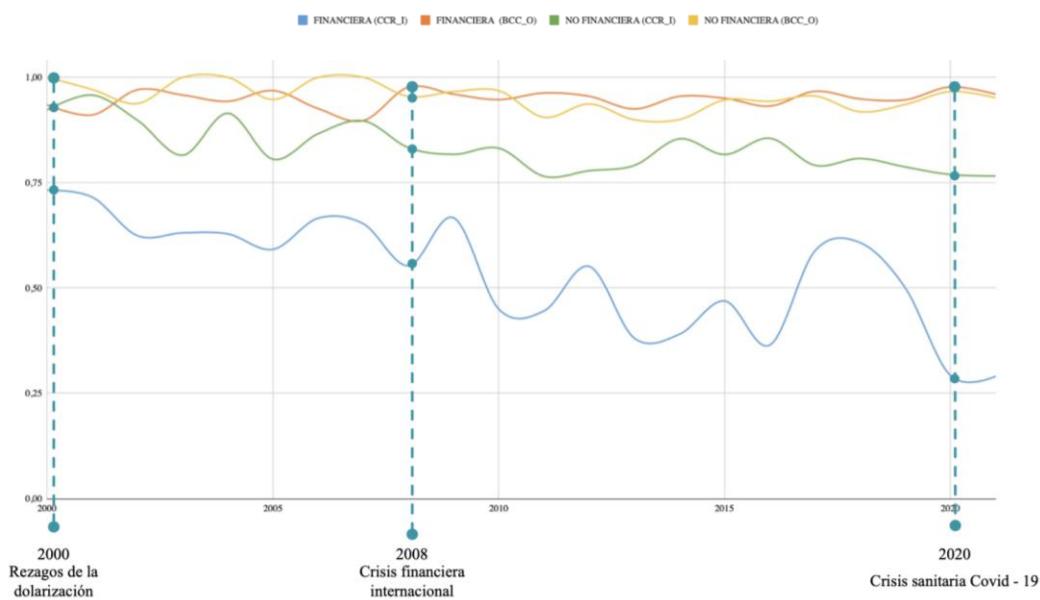
Comparación de Resultados entre Modelos BCC y CCR en Eficiencia Promedio Anual de Empresas no Financieras



La Figura 12 permite observar la comparación de resultados de eficiencia técnica promedio obtenidos de empresas no financieras en el periodo 2000 - 2021. A diferencia de lo que sucede en la Figura 9, la brecha existente entre los modelos BCC y CCR se reduce considerablemente, incluso existe un punto en el que la distancia entre líneas es casi nula, esta diferencia mínima se hace presente en el año 2001, en donde el modelo BCC arroja un coeficiente de 0,97 y el modelo CCR muestra un resultado de 0,96; resultando en una diferencia de 0,01. Mientras que la mayor brecha entre resultados se presenta en el año 2020, los modelos BCC y CCR arrojan coeficientes de 0,97 y 0,77 respectivamente, dando como resultado una diferencia de 0,20. Es notable la diferencia que existe entre los modelos cuando se compara empresas financieras y no financieras, esto lleva a que la actividad que realizan las empresas también influye en los resultados obtenidos y se suma al tipo de modelo utilizado (BCC, CCR), como factor a tener en cuenta a la hora de realizar un análisis de eficiencia técnica. Qué tipo de empresas se analizan y con qué modelo, son factores que influyen en los resultados.

4.5. Acontecimientos relevantes en líneas de tiempo

Durante el periodo de análisis se presentan acontecimientos económicos y sociales que ameritan ser analizados, la Figura 13 muestra lo ocurrido en las empresas financieras en los modelos BCC y CCR en dichos periodos.

Figura 13.*Comparación de Resultados entre Modelos BCC y CCR*

Durante el periodo 2000 mientras son muy notables los efectos de la reciente dolarización, todas las empresas muestran un alto coeficiente de eficiencia el cual comienza a bajar para el siguiente año, aunque esto no sucede con las empresas no financieras analizadas con el modelo CCR - I, el cual muestra una tendencia creciente para el siguiente año. Esto sugiere que los efectos de la dolarización provocaron de alguna manera resultados negativos que se traducen en la incapacidad de las empresas para mantener una tendencia creciente en la eficiencia. En el año 2008 durante la Crisis Financiera Internacional, todas las empresas mediante el modelo CCR - I y las empresas no financieras mediante el modelo BCC - O, muestran una disminución de eficiencia considerable, mientras que las empresas financieras mediante el modelo BCC - O, son las únicas que experimentan un aumento de eficiencia. Finalmente, para el año 2020, el modelo CCR - I presenta una clara tendencia decreciente, aún más en las empresas financieras, por otro lado, el modelo BCC - O muestra un mínimo incremento en la eficiencia de todas las empresas. Cabe recalcar que durante todos estos acontecimientos y a pesar de que se experimentan altibajos en eficiencia, esta se mantuvo en un nivel alto de acuerdo al modelo BCC - O, en cambio el modelo CCR - I muestra una clara tendencia decreciente a lo largo de todo el periodo. De acuerdo al modelo CCR la eficiencia ha sufrido un decremento en estos acontecimientos históricos a diferencia del modelo BCC, es decir que las empresas responden a estos eventos con incrementos en eficiencia.

5. Conclusiones y Recomendaciones

La metodología DEA ayuda a determinar de muy buena manera la eficiencia que manejan las empresas, con información relativamente accesible cuyo análisis se facilita mediante la utilización de software. Es importante considerar varios factores a la hora de realizar un análisis de eficiencia técnica, como el tipo de empresas u organizaciones a analizar, las actividades a las que se dedican dichas empresas, las variables a emplear, la homogeneidad de las empresas a comparar y el tipo de modelo DEA a emplear (BCC, CCR).

Es preferible aplicar el modelo con variables estándar o generales para que la comparación de los resultados no se vea afectada y tome un enfoque más objetivo, del mismo modo se debe aplicar el modelo seleccionado teniendo en cuenta que las empresas analizadas deben cumplir con la característica de ser lo más parecidas posible con el fin de que los resultados se apaguen a la realidad, pues este análisis toma como referencia a otras empresas. Hay que comprender que se trata de un análisis de eficiencia técnica relativa, esto significa que si se consideran otras variables para el análisis ya sean *inputs* u *outputs*, la eficiencia técnica también va a cambiar.

El estudio arrojó resultados que demuestran una correcta afirmación a las hipótesis planteadas con respecto a H1, ya que al analizar los resultados de la metodología DEA BCC - O, proporciona resultados más eficientes para las empresas tanto financieras como no financieras, en comparación con el modelo DEA CCR - I. Por otro lado, a pesar de que los resultados obtenidos por CCR - I en empresas no financieras son más bajos, son los que más se acercan a los resultados obtenido por BCC - O, a diferencia de lo que ocurre en las empresas financieras, en donde la diferencia es considerable, pues los niveles de eficiencia arrojados por el modelo caen drásticamente. Al comparar los resultados obtenidos por la aplicación de los modelos BCC y CCR, se puede apreciar que en los primeros años del periodo de análisis (2000 - 2004) la diferencia es menor, y a medida que se avanza en el periodo de análisis, esta diferencia se hace cada vez más notoria.

Con respecto a H2, se puede concluir también en que las empresas no financieras, en el modelo BCC - O, poseen un promedio de eficiencia ligeramente mayor que las empresas financieras en todo el periodo de análisis, 0,9548 y 0,9488 respectivamente, los cuales se encuentran dentro del intervalo de “Alta eficiencia”. Lo mismo ocurre en el caso del modelo CCR - I en donde las empresas no financieras muestran una eficiencia promedio de 0,8337, lo cual lo ubica dentro del intervalo de “Eficiencia media” mientras que en las empresas financieras la diferencia es notable de 0,5359, sin embargo, este promedio se ubica dentro del intervalo de “Eficiencia media”. Esto quiere decir que las empresas no financieras y financieras pueden incrementar su productividad alrededor de 0,452 y 0,0512 acorde a los

resultados obtenidos por el modelo BCC - O. En el caso del modelo CCR - I, las empresas no financieras y financieras pueden incrementar su productividad alrededor de 0,1663 y 0,4641 respectivamente.

Al presentar estos resultados surge la pregunta ¿por qué las empresas no financieras son más eficientes que las financieras? Esta pregunta tiene cierta particularidad debido a que esta situación cambia cuando se aplica un modelo u otro, en este caso cuando se aplica del modelo DEA CCR, la diferencia es notable y las empresas no financieras son más eficientes, esto debido a que los resultados que provee el método de CCR presenta resultados a escala constante, y aquí al utilizar datos similares entre ellos, en cuanto a montos de activos, pasivos, ingreso, costos y gastos, etc. Es posible obtener resultados con un nivel mayor eficiencia que cuando se presentan datos con un mayor grado de dispersión, como son los de instituciones financieras. Por otro lado cuando se aplica el modelo de BCC, las variaciones de eficiencia son mínimas, es decir tanto las empresas financieras como no financieras presentan resultados similares, esto es debido a que este modelo muestra resultados a escala variable, lo que implica que se puede utilizar diferentes cantidades de recursos y el resultado no tiene relación alguna con la cantidad de *outputs* que se generan obteniendo así paridad tanto para los valores de las empresas financieras como no financieras.

Los análisis de eficiencia técnica deberían ser provistos por parte de las empresas o en su defecto por parte de las Bolsas de Valores como información complementaria que contribuya al entendimiento más amplio de las empresas que cotizan no solo con productos de renta variable, pues conformaría una manera asequible para el desarrollo de este tipo de mercado relativamente nuevo en nuestro país. Sería de gran ayuda para los inversores el tener la posibilidad de evaluar a las empresas utilizando variables que crean importantes dentro del análisis y que los resultados sean provistos por parte de las entidades reguladoras y que sean de total acceso al público.

Sin duda existen ciertas limitaciones para realizar una investigación más completa, como la falta de información actualizada o información incompleta, además que, al momento de esta investigación, el mercado de valores no se encuentra muy desarrollado ni sus integrantes participan de manera completamente activa. Con la información pertinente se sugiere llevar a cabo nuevas líneas de investigación, como comparativas de eficiencia técnica entre empresas que cotizan en bolsa y aquellas que no lo hacen, o estudiar la eficiencia técnica de los distintos sectores de la economía o incluso analizar la eficiencia técnica de las empresas nacionales con respecto a las extranjeras.

Referencias

- Andrade Pinelo, Antonio Miguel (2011). Análisis del ROA, ROE Y ROI, 2011. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/608313/Art%C3%ADculo+2+Noviembre+2011+An%C3%A1lisis+del+ROA+ROE+y+ROI.pdf?sequence=1>.
- Aguilar, J. G., Torres, M. A. G., & Salazar, A. A. (2017). Importancia de la administración eficiente del capital de trabajo en las Pymes. //Importance of efficient management of working capital in SMEs. Revista ciencia UNEMI, 10(23), 30-39.
- Argüelles Ma, Luis Alfredo, Román Alberto Quijano García, Mario Javier Fajardo, Fernando Medina Blum, y Carlos Enrique Cruz Mora. (2018). El Endeudamiento Como Indicador De Rentabilidad Financiera En Las Mipymes Turísticas De Campeche (Indebtedness as an Indicator of Financial Profitability in the Tourist Mipymes of Campeche). SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY, 2018. <https://papers.ssrn.com/abstract=3243592>.
- Arias, J. (2013). Evaluación de la Eficiencia Bancaria en Venezuela desde el Análisis de Fronteras Deterministas (Periodo 2005-2008). http://www.ing.unlp.edu.ar/produccion/introing/bib/Eficacia_o_eficiencia_Benno_Sander.pdf.
- Arrieta, Katerine, y Brigitte Huamani. (2020). Indicadores financieros y su incidencia en la toma de decisiones de inversión en empresas comerciales que presentan información a la Superintendencia del Mercado de Valores, periodo 2014-2018. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61379/Arrieta_VKJ-Huamani_FBY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Aveiga, Karen Lilibeth Solórzano, Javier Patricio Cadena Silva, y Henrry Marcelino Pinargote Pinargote. (2020). Contribución del mercado bursátil al crecimiento y modernización de la economía ecuatoriana. *Revista Venezolana de Gerencia* 25, n.º 89 (2020): 37-54.
- Ayón Ponce, Gino Iván, Juan José Pluas Barcia, y Williams Robert Ortega-Macías. (2020). El apalancamiento financiero y su impacto en el nivel de endeudamiento de las empresas. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria)*. ISSN : 2588-090X . Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP) 5, n.º 5 (25 de marzo de 2020): 117-36. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i5.188>.
- Basantes, Oscar. (2014). EL SECTOR PRODUCTIVO Y EL MERCADO DE VALORES EN ECUADOR. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7781/2.22.000416.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- Berger, Allen N., y David B. Humphrey. (1997). Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research. *European Journal of Operational Research* 98, n.º 2 (16 de Abril de 1997): 175-212. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00342-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6).
- Berger, Allen N., y Loretta J. Mester. (1997). Inside the Black Box: What Explains Differences in the Efficiencies of Financial Institutions? *Journal of Banking & Finance* 21, n.º 7 (1 de julio de 1997): 895-947. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(97\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(97)00010-1).
- Blasco, O, y V Coll. (2000). Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos: introducción a los modelos básicos. B - EUMED, 2000. <Https://books.google.com.ec/books?Id=hks1vbfefg8c>.

Bolsa de Valores de Quito | Las Bolsas de Valores. <https://www.bolsadequito.com/index.php/mercados-bursatiles/conozca-el-mercado/las-bolsas-de-valores>.

Bolsa de Valores Guayaquil | Casas de Valores | ¿Quiénes Somos?. <https://www.bolsadevaloresguayaquil.com/bvg/bvg.asp>.

Brun, Xavier, Oscar Elvira, y Xavier Puig (2008). *Mercado de renta variable y mercado de divisas las bolsas de valores: mercado de rentas variables y de divisas y las formas de analizarlo*. Barcelona: Profit.

Cabrera Regalado, Eugenio Alejandro, y Simón Bolívar Méndez Rengel (2017). Evaluación de la Eficiencia de las Empresas Constructoras del Ecuador, mediante el Análisis Envolvente de Datos. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6940>.

Cachanosky, Iván (2012). EFICIENCIA TÉCNICA, EFICIENCIA ECONÓMICA Y EFICIENCIA DINÁMICA.

<https://www.proquest.com/openview/d29421cc78293f173e934497a8d24c2c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=686495>.

Cadena Silva, Javier Patricio, Henrry Marcelino Pinargote Pinargote, y Karen Lilibeth Solórzano Aveiga (2020). Contribución del mercado bursátil al crecimiento y modernización de la economía ecuatoriana. *Revista Venezolana de Gerencia* 89, n.º 89. <https://doi.org/10.37960/revista.v25i89.31381>.

Castaño, Bernardo Pérez (2007). Competitividad, desarrollo e ingeniería: algunas definiciones y reflexiones. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD* 9, n.º 1: 57-75. <https://doi.org/10.25100/iyc.v9i1.2495>.

Castro, Andrés David Pájaro, y Geraldine Ramos Romero (2015). Determinantes macroeconómicos del comportamiento de índice general de la Bolsa de Valores de Colombia. *Aglala* 6, n.º 1: 199-228. <https://doi.org/10.22519/22157360.727>.

Casu, Barbara, y Philip Molyneux (2003). A comparative study of efficiency in European banking. *Applied Economics* 35, n.º 17: 1865-76. <https://doi.org/10.1080/0003684032000158109>.

Chediak, F, y L Valencia (2008). Metodología para medir la eficiencia mediante la técnica del análisis envolvente de datos DEA. <https://go.gale.com/ps/i.do?P=IFMEysw=wyissn=19097891yv=2.1yt=ryid=GALE%7CA258132242ysid=googlescholarlylinkaccess=fulltext>.

Cordoba Padilla, Marcial. (2016). Mercado de valores. <http://www.digitaliapublishing.com/a/47098/>.

Diehl, Carlos. (2015) Sector eléctrico en Brasil. Metodología DEA. <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/9767>.

Dominguez, y Pedro Rubio (2007). Manual de Análisis Financiero - Instituto Europeo de Gestión empresarial.

Fontalvo Herrera, Tomás, Efraín de la Hoz Granadillo, y Juan Carlos Vergara. (2012). Aplicación de análisis discriminante para evaluar el mejoramiento de los indicadores financieros en las empresas del sector alimento de Barranquilla-Colombia. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* 20, n.º 3: 320-30. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052012000300006>.

Fontalvo, Tomás, Efraín De La Hoz, Enrique De La Hoz, Tomás Fontalvo, Efraín De La Hoz, y Enrique De La Hoz. (2018). Método Análisis Envolvente de Datos y Redes Neuronales

- en la Evaluación y Predicción de la Eficiencia Técnica de Pequeñas Empresas Exportadoras. *Información tecnológica* 29, n.º 6: 267-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600267>.
- Fontalvo, Tomás J., Enrique J. De la Hoz, y Saúl Olivos (2019). Metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA) - GLMNET para la Evaluación y Pronóstico de Eficiencia Financiera en una Zona Franca Industrial - Colombia. *Información tecnológica* 30, n.º 5: 263-70. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500263>.
- Galarza, Carlos Armando, Gustavo Flores Sánchez, Brigitte Zambrano, y Jorge Campoverde (2020). Evaluación de la concentración y competencia del sector bancario ecuatoriano en el periodo 2006-2018. *Boletín de Coyuntura*. <https://doi.org/10.31164/bcoyu.24.2020.882>.
- Gutiérrez, Pablo Andres Orellana, y Christian Gabriel Quizhpi Mejía (2021). Análisis Envolvente de Datos para medir la eficiencia del sector hotelero de la ciudad de Cuenca en los años 2017 y 2018.
- Hax, Arnoldo, y Nicolas Maj (2004). Estrategias para el liderazgo competitivo. Chile: Universidad Católica de Chile.
- Iregui, A. M., Melo, L., & Ramos, J. (2007). Análisis de eficiencia de la educación en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 10(1), 21-41.
- Isik, Ihsan, y M. Kabir Hassan. (2002). Technical, Scale and Allocative Efficiencies of Turkish Banking Industry. *Journal of Banking & Finance* 26, n.º 4: 719-66. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(01\)00167-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(01)00167-4).
- Kristjanpoller Rodríguez, Werner, y Oscar Saavedra Rodríguez (2014). La eficiencia técnica de los bancos durante la crisis Caso aplicado a la rentabilidad de la banca comercial en México y Chile. *Contaduría y Administración* 59, n.º 1: 95-122. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71245-8](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71245-8).
- Recalde Lara, W. A. (2019). Análisis de la eficiencia del sector bancario privado en el Ecuador (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera Ingeniería Financiera).
- Mendoza, Adel, y Tomás Fontalvo Herrera, (2010). MODELOS DE PREDICCIÓN DE RIESGO DE QUIEBRA: ANALISIS DISCRIMINANTE VS ANALISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA). https://www.researchgate.net/profile/Lyman-Mlambo/publication/356961985_Determinants_of_Mining_Investment_in_Zimbabwe/links/61b474b4fd2cbd720090f97f/Determinants-of-Mining-Investment-in-Zimbabwe.pdf#page=1021.
- Mendoza Mendoza, A. A. (2009). Predicción de riesgo de quiebra para PYMES en el departamento del Atlántico utilizando análisis discriminante y análisis envolvente de datos (DEA). <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9001>.
- Mlambo, Lyman. (2011). *Determinants of Mining Investment in Zimbabwe*.
- Mokate, K. (2001). Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿qué queremos decir? (Vol. 5). Departamento de Integración y Programas Regionales, Instituto Interamericano para el Desarrollo Social, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Monge, P. (2005). Las normas internacionales de contabilidad. *Actualidad contable FACES*, 8(10), 35-52.
- ORTIZ, Héctor. (2011). Análisis financiero aplicado, Colombia. Universidad Externado de Colombia. ISBN 978-958-710- 650-3.

- Payan, A., A. Hajihosseini, y A. Nosrat. (2022). Detection of the Type of Left and Right Returns-to-Scales Using Envelopment DEA Models in Crisp and Fuzzy Environments: An Application for Predicting Changes in the Stock Market. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 15, n.º 1: <https://doi.org/10.1007/s44196-022-00079-4>.
- Perdomo, Jorge, y Juan Mendieta. (2007). Factores Que Afectan La Eficiencia Técnica y Asignativa En El Sector Cafetero Colombiano: Una Aplicación Con Análisis Envolvente de Datos. <https://doi.org/10.13043/dys.60.1>.
- Pimentel, Renê Coppe, y Silvia Pereira De Castro Casa Nova. (2005) MODELO INTEGRADO DE AVALIAÇÃO DA RENTABILIDADE E LIQUIDEZ: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) A EMPRESAS BRASILEIRAS. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos* - ABC. <https://anaiscbc.abcustos.org.br/anais/article/view/2092>.
- Ruiz Núñez, María del Carmen, Luz María Galán Briseño, y Gloria Ruiz Núñez. (2015). Importancia de las bolsas de valores en la economía.
- Ruiz, Mery, César Mayorga, y Elys Álvarez (2022). Eficiencia técnica de las empresas del sector calzado de la zona 3 del Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia* 27, n.º Edición Especial 7: 522-36. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.35>.
- Sanchez, Ximena, Duban Peña, y Julio Millán. (2008). Eficiencias técnicas como factor determinante de competitividad empresarial análisis a partir de los estados financieros sector textil vallecaucano. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:2-AAE3K0gmMJ:scholar.google.com/+EFICIENCIA+TECNICA+COMO+FACTOR+DETERMINANTE+DE+COMPETITIVIDAD+EMPRESARIAL-PROPIUESTA+SOBRE+EL+USO+DE+RAZONES+FINANCIERAS&hl=es&as_sdt=0,5.
- Silva Aribay, Litman Henry, Carol Ann Vidal Chuco, y Fergie Sumayra Violeta Tasayco Avalos. (2017). Las cuentas por cobrar y su incidencia en la liquidez de la empresa diseño de Papeles Murales S.A.C. *Universidad Peruana de las Américas*. <http://repositorio.ulasmericas.edu.pe/handle/upa/125>.
- Suin Guaraca, Luis Heriberto, Edwin Paúl Feijoo Criollo, y Fabián Alejandro Suin Guaraca. (2021). La salud en territorio: una aproximación a la Eficiencia Técnica del Sistema de Salud en el Ecuador mediante el Análisis Envolvente de Datos DEA. *UDA AKADEM*, n.º 7: 130-57. <https://doi.org/10.33324/udaakadem.vi7.372>.
- Torres-Samuel, M., Vásquez Stanescu, C. L., & Crissien Borrero, T. J. (2020). Eficiencia técnica de la investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, educación e innovación en países Latinoamericanos.
- Villarreal, Fernanda, y Fernando Tohmé. (2017). Análisis envolvente de datos. Un caso de estudio para una universidad argentina. *Estudios Gerenciales* 33, n.º 144: 302-8. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.06.004>.
- Zamora Torres, América Ivonne, y José César Lenin Navarro Chávez. (2014). Eficiencia de la administración pública aduanera a través del modelo DEA.
- Zúñiga-González, Gabriela, y Pablo Lenin Vargas-Ramírez (2020). Análisis de la bolsa de valores de Guayaquil (BVG), a través de los rendimientos financieros en Ecuador. Periodo 2015-2019. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación en Ciencias Administrativas, Económicas y Contables)*. ISSN: 2588-090X . Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP) 5, n.º 5: 268-79. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i5.325>.