

SCIENTIFIC ARTICLE

TECHNICAL EFFICIENCY OF THE CHILEAN AFPⁱ

EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS AFP CHILENAS
EFICIÊNCIA TÉCNICA DA AFP CHILENA

Sebastián Cristóbal Araya-Pizarroⁱⁱ
Luperfina Eloisa Rojas Escobarⁱⁱⁱ

CITATION

Araya-Pizarro, Sebastián C. & Rojas-Escobar, Luperfina E. (2019) Technical efficiency of the Chilean AFP. *Dimensión Empresarial*, 17(2).

DOI: <http://dx.doi.org/10.15665/dem.v17i2.1934>

ID: http://ojs.uac.edu.co/index.php/dimension-empresarial/article/view/1934/pdf_139

ABSTRACT

The research analyzes the degree of technical efficiency of the pension fund managers of Chile (AFP), through the Data Envelopment Analysis (DEA CCR-O), efficiency measurement technique that studies the performance of productive units under a treatment multidimensional non-parametric variable. The model proposed in the study considers as inputs personnel expenses and investment in fixed assets; and as income the commission income. The results show that the average efficiency of the entities for the years 2011-2017 was 68% and that only the AFP Model presented the maximum efficiency for the period analyzed. It is concluded that the allocation of resources destined to the administration of pension funds is susceptible to be improved about the estimated technical efficiency.

Keywords: Technical efficiency, Data envelopment analysis (DEA), Pension fund manager (AFP), Chile.

RESUMEN

La investigación analiza el grado de eficiencia técnica de las administradoras de fondos de pensiones de Chile (AFP), mediante el Análisis Envoltante de Datos (DEA CCR-O), técnica de medición de la eficiencia que estudia el desempeño de unidades productivas bajo un tratamiento multidimensional no-paramétrico de las variables. El modelo planteado en el estudio considera como entradas los gastos de personal y la inversión en activos fijos; y como salida los ingresos por comisiones. Los resultados muestran que la eficiencia promedio de las entidades para los años 2011-2017, fue de 68% y que solo la AFP Modelo presentó la eficiencia máxima para el periodo analizado. Se concluye que la asignación de los recursos destinados a la administración de fondos de pensiones es susceptible de ser mejorada en lo concerniente a la eficiencia técnica estimada. Palabras clave: Eficiencia técnica, Análisis envoltante de datos (DEA), Administradora de fondos de pensiones (AFP), Chile.

RESUMO

A pesquisa analisa o grau de eficiência técnica dos gestores de fundos de pensão do Chile (AFP), por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA CCR-O), técnica de medição de eficiência que estuda o desempenho das unidades produtivas em tratamento. variáveis não paramétricas multidimensionais. O modelo proposto no estudo considera como insumos gastos com pessoal e investimento em ativos fixos; e como rendimento o rendimento de comissões. Os resultados mostram que a eficiência média das entidades para os anos 2011-2017 foi de 68% e que apenas o Modelo AFP apresentou a máxima eficiência para o período analisado. Conclui-se que a alocação de recursos destinados à administração de fundos de pensão é suscetível de ser melhorada quanto à eficiência técnica estimada.

Palavras-chave: Eficiência técnica, Análise envoltória de dados (DEA), Gestora de fundos de pensão (AFP), Chile.

INTRODUCCIÓN

A fines de 1980, con la publicación del Decreto Ley (D.L.) N° 3.500 (Ministerio del Trabajo y Previsión Social, 1980), se estableció en Chile el Nuevo Sistema Previsional de capitalización individual, que se basa en que cada trabajador ahorra una parte de sus ingresos para sostener una pensión cuando se decida jubilar. Así, la característica primordial de este nuevo sistema radica en que la cotización queda a cargo del trabajador y al momento de su retiro de la actividad laboral (65 años para los hombres y 60 años para las mujeres) recibirá una renta, calculada en función del monto de capital acumulado y de su esperanza de vida (Lara y Silva, 2014).

La gestión y responsabilidad de la administración de los Fondos de Pensiones está en manos de instituciones financieras privadas que fueron la alternativa frente a la antigua modalidad de las Cajas de Previsión y que se constituyen como sociedades anónimas bajo el nombre de Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP).

El objetivo actual de las AFP es administrar los fondos de pensiones en los cuales los chilenos ahorran a través de cinco Fondos de Pensiones, uno compuesto sólo de títulos financieros de renta fija y los otros cuatro con distintas proporciones de instrumentos de renta fija y variable, y otorgar a sus afiliados los beneficios establecidos en el Decreto Ley N° 3.500, vale decir, Pensiones de Vejez, Invalidez y Sobrevivencia. Además, las AFP deben otorgar los servicios de Cuentas de Ahorro Voluntario, Cuentas de Ahorro de Indemnización para Trabajadores de Casa Particular y Cuentas de Ahorro de Indemnización Sustitutiva.

Hoy se encuentran operando en Chile un total de seis AFP. El D.L. 3.500, que norma el Sistema de Pensiones, permite

la libre formación de sociedades Administradoras de Fondos de Pensiones, siempre que éstas cumplan con ciertas formalidades y obligaciones que la ley les exige. Su permanencia en el mercado se sostiene en la libre competencia, pues son los afiliados quienes deciden a qué Administradora afiliarse en función del costo, servicio, rentabilidad y seguridad, pues tienen libertad para elegir en forma permanente e individual la institución donde capitalizarán sus ahorros. A su vez las AFP, por ley, deben descontar obligatoriamente y de forma mensual un porcentaje de los ingresos de los afiliados y deben administrar estos fondos (Ramírez, 2007).

Las instituciones, objeto de estudio son las seis administradoras de fondos de pensiones existentes en Chile, durante el período 2011-2017: Capital, Cuprum, Habitat, Modelo, Plan Vital y Provida, las que reportan sus estados financieros en la Superintendencia de Pensiones (SP). Con la finalidad de contextualizar la situación de mercado de las AFP se presenta, en la Tabla 1, la evolución del número de afiliados para el período 2011-2017 de cada una de ellas. En general, se aprecia una evolución importante en el número de afiliados de las AFP Modelo y Planvital, las cuales registraron tasas de crecimiento interanuales promedios de 26% y 25% respectivamente.

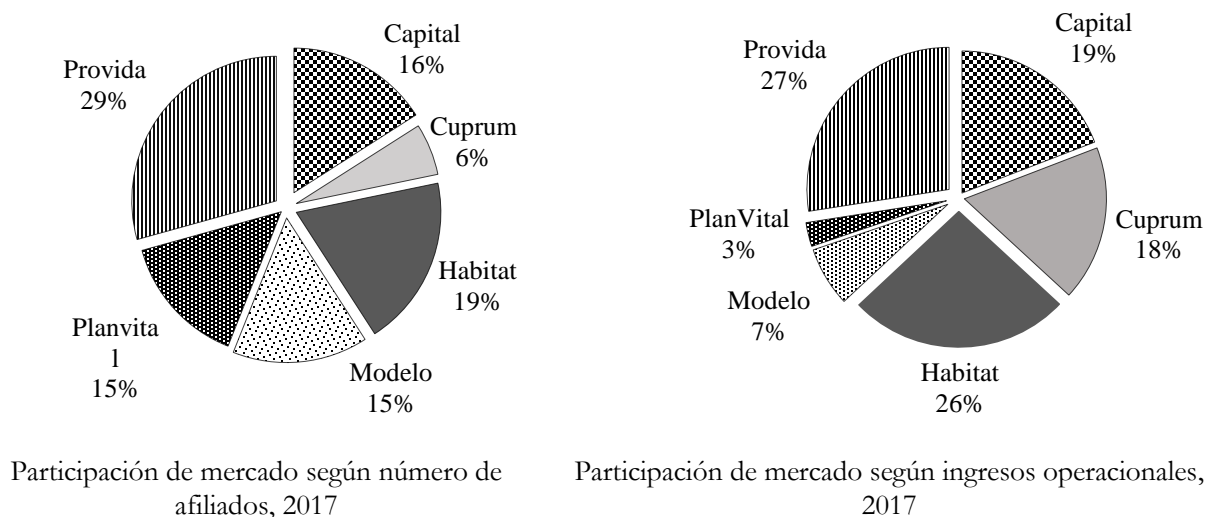
En cuanto a la participación de mercado (a diciembre de 2017) destacan las administradoras Provida y Habitat, que en conjunto capturan en promedio cerca del 50% del mercado, tanto en ingresos operacionales como en cantidad de afiliados (Véase la Figura 1).

Tabla 1. Evolución del número de afiliados de las AFP's de Chile, periodo 2011-2017

AFP	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Capital	1.914.930	1.875.578	1.850.780	1.807.210	1.756.676	1.712.740	1.666.338
Cuprum	614.733	623.837	630.841	638.477	642.629	622.563	603.726
Habitat	2.167.343	2.146.860	2.117.127	2.075.466	2.052.121	2.038.030	1.993.587
Modelo	391.732	809.729	1.210.716	1.475.114	1.480.181	1.501.765	1.580.142
Planvital	392.518	394.593	386.926	451.790	782.513	1.161.224	1.531.780
Provida	3.476.239	3.418.275	3.328.658	3.298.410	3.247.602	3.142.115	3.057.564

Fuente: Superintendencia de Pensiones (2018)

Figura 1. Participación de mercado según número de afiliados e ingresos operacionales a diciembre 2016



Fuente: Elaboración propia en base a la Superintendencia de Pensiones (2018)

Los antecedentes demuestran que el mercado de las AFP está concentrado, aun cuando ha existido durante el periodo analizado una tendencia a una mayor dispersión de las cuotas de participación. Por ejemplo, las tres administradoras de fondos de pensiones más grandes representaron el 84.4% de los afiliados en 2011, su participación disminuyó al 73.7% en 2014 y al 64.4% en 2017 (Véase la Figura 2).

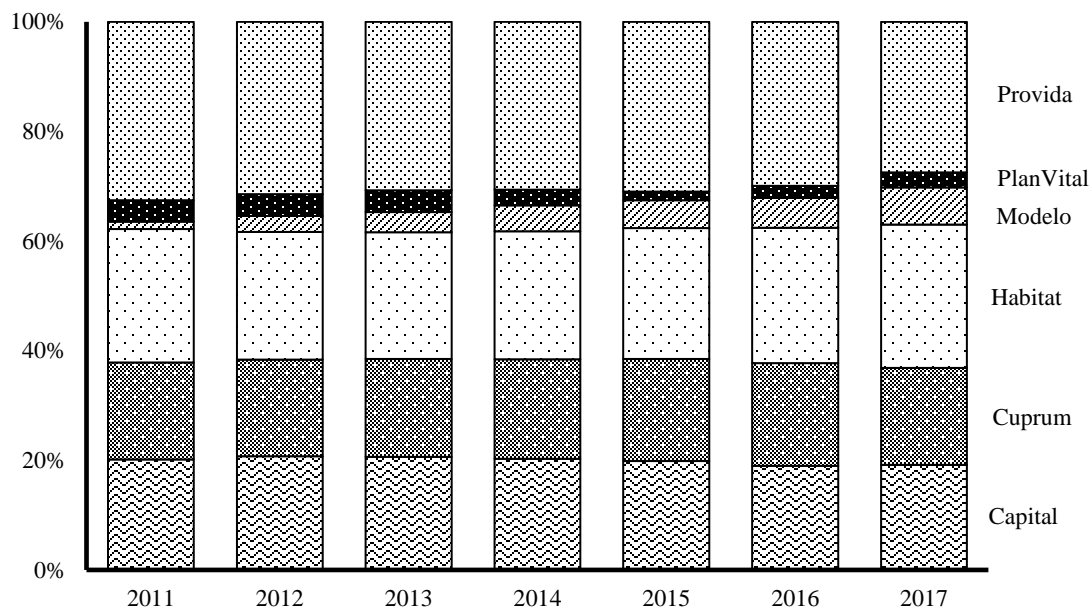
A objeto de ilustrar la estructura presente en el sector se computaron, para el año 2017, los coeficientes clásicos de medición del grado de concentración del mercado, el índice de Herfindahl e Hirschman (IHH) y el Coeficiente de Concentración de cuatro grandes empresas (C4), los cuales corroboraron el alto grado de aglomeración vigente (IHH = 2172.8 > 1800; y C4 = 90.5% > 60%). De acuerdo con Barrientos y Boussofiane (2005), la concentración del mercado en el país puede explicarse por la presencia de economías de escala en la administración de las pensiones, situación que ya ha sido abordada en otros estudios

(Cavazos, Vásquez, y Hernández, 2010; Maceira y Garlati, 2014; Martínez, 2014).

En el presente trabajo se aborda la estimación de la eficiencia técnica de las AFP utilizando la técnica no paramétrica Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés) o también llamada Análisis de Frontera (Fontalvo, De La Hoz, y De La Hoz, 2018). Específicamente se efectúa un análisis comparativo de la eficiencia entre las diferentes AFP de Chile, buscando responder ¿cuál fue la eficiencia de las AFP en Chile durante el periodo 2011-2017?

El artículo se estructura en cuatro apartados. Primero, se dan a conocer los conceptos asociados con la técnica Análisis Envolvente de Datos (DEA) y su empleo para analizar la eficiencia técnica en las instituciones seleccionadas. Luego, se describe la metodología de la investigación, para finalmente presentar los principales resultados y conclusiones del trabajo.

Figura 2. Evolución de la participación de mercado, periodo 2011-2017



Fuente: Elaboración propia

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Análisis Envolvente de Datos, DEA

La metodología del Análisis Envolvente de Datos es una técnica que utiliza herramientas de programación lineal no paramétrica para comparar unidades de toma de decisiones (DMU por su siglas en inglés) que utilizan el mismo grupo de recursos (inputs) y producen el mismo grupo de productos (outputs), generando la frontera de eficiencia e indicadores relativos de eficiencia dentro de la población de DMU's estudiadas (Cano, Campo, y Baena, 2017). Si la DMU se encuentra sobre la frontera será eficiente y si se halla fuera de la misma indicará cierto nivel de ineficiencia (Seffino y Hoyos, 2016). Entre las ventajas del método se cuenta que: (i) al ser una técnica no paramétrica, no requiere establecer *a priori* una relación funcional entre inputs y outputs; (ii) no necesita información referente a las ponderaciones de entradas y salidas para generar el índice de eficiencia; (iii) no es necesaria la homogeneidad en las unidades de medida de los datos; (iv) permite trabajar con múltiples entradas y salidas; y (v) la información con la que se construye la frontera eficiente resulta de optimizaciones individuales, lo que posibilita aceptar comportamientos de selección de tecnologías distintas para cada unidad evaluada (Escorcía, Visbal, y Agudelo, 2015).

El desarrollo matemático del DEA corresponde al trabajo de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), basado en los conceptos preliminares planteados por Farrell (1957), quien definió la eficiencia como la capacidad que tiene una entidad para obtener el máximo output a partir de un conjunto dado de inputs. Cuantitativamente, el DEA es un modelo de optimización conformado por una función objetivo θ que representa un índice de eficiencia, y un conjunto de restricciones (ecuaciones y/o inecuaciones) que expresan las condiciones limitantes del sistema. Así, en el DEA la eficiencia se formula como el cociente de la suma ponderada de los outputs a la suma ponderada de los inputs, con el propósito central de determinar el peso que maximiza la función objetivo. Bajo este modelo un aumento en las entradas de las DMU conducen a un incremento proporcional en sus salidas y por tal razón se produce una evaluación objetiva de la eficiencia global (Fontalvo, Mendoza y Visbal, 2015).

De esta forma si

$$Y_o = (y_{1o}, y_{2o}, y_{3o}, \dots, y_{so}) \quad y$$

$$X_o = (x_{1o}, x_{2o}, x_{3o}, \dots, x_{mo})$$

representa, respectivamente, las cantidades de salidas y entradas de la DMU_o, la unidad que está siendo evaluada,

la medida escalar de la eficiencia de la DMU₀ se obtiene como la solución óptima del siguiente modelo teórico.

$$Max \theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

s. a.

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

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

Donde: y_{r0} = cantidad de output r producido por la unidad evaluada; x_{i0} = cantidad de input i consumido por la unidad evaluada; y_{rj} = cantidad de output r producido por la unidad j ; x_{ij} = cantidad de input i consumido por la

unidad j ; u_r = ponderación asignada al output r ; v_i = ponderación asignada al input i .

Además, el modelo puede presentarse bajo un formato lineal siguiendo la estructura matemática siguiente:

$$\theta = Max \sum_{r=1}^s u_r y_{rj0} \quad (2)$$

s. a.

$$\sum_{r=1}^s v_i x_{ij0} = 100$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$-u_r \leq -\underline{\varepsilon}, r = 1, \dots, s \quad v_i \leq -\underline{\varepsilon}, i = 1, \dots, m$$

Con esta linealización, el denominador se establece como una constante (definido arbitrariamente en 100), y el numerador se maximiza para cada unidad, a su vez.

Cabe destacar que la mayoría de las contribuciones en DEA se encuentran representadas por dos modelos básicos: DEA con retornos constantes a escala (CCR o CRS por sus siglas en inglés) y DEA con retornos variables a escala (BCC o VRS por sus siglas en inglés). En el primero, DEA Charnes-Cooper-Rhodes, (DEA CCR), se calcula las eficiencias bajo la hipótesis de retornos constantes a escala, las DMU ineficientes tienen como

referencia aquella DMU que tenga la mayor productividad, así no puedan o no tengan los recursos suficientes para ser homogénea con la DMU de referencia. A esta medida se le denomina eficiencia global. Por otro lado, está el modelo DEA Banker-Charnes-Cooper (DEA-BCC), creado como un modelo de retornos variables a escala, en donde las DMU ineficientes sólo se comparan con un DMU eficiente, pero de cualidades homogéneas. Por lo anterior, es que, en el presente estudio, la eficiencia técnica de las AFP será evaluada mediante el modelo con retornos constantes a escala y orientación a las salidas (DEA CCR-O).

Aplicaciones del DEA en el sector financiero

En la literatura se encuentran numerosas aplicaciones del DEA al examen del desempeño de instituciones financieras, principalmente en el sector bancario, donde la eficiencia de las instituciones se mide a través de su capacidad individual para maximizar la producción dado un cierto nivel de recursos de entrada (Othman, Mohd-zamil, Zaleha, Rasid, y Vakilbashi, 2016). Por ejemplo, se hallan trabajos recientes para el sector bancario en Argentina (Seffino y Hoyos, 2016), Brasil (Staub, da Silva e Souza, y Tabak, 2010; Cava, Salgado Júnior, y Branco, 2016;), China (Junwen, Jie, y Yucheng, 2017), Colombia (Almanza-Ramírez, 2012), Eslovaquia (Grmanová y Ivanová, 2018), Estados Unidos (Ghaeli, 2017), Japón (Ohsato y Takahashi, 2015), Letonia (Titko, Stankevičienė y Lāce, 2014), Malasia (Sufian, 2010), Perú (Charles, Kumar, Zegarra y Avolio, 2011), Serbia (Maletić, Kreća y Maletić, 2013), Túnez (Ayadi, 2013), entre muchos otros. Asimismo, es posible encontrar diversos estudios internacionales sobre la eficiencia en administradoras de pensiones, por ejemplo: Estonia, Letonia y Lituania (Arefjevs, 2015), Grecia (Angelidis Timotheos y Tessaromatis Nikolaos, 2010), Holanda (Broeders, van Oord y Rijsbergen, 2016), Latinoamérica (Guillén, 2011), Países Bajos (Alserda, Bikker y Van der Lecq, 2018), Perú (Ortiz, Chirinos y Hurtado, 2010), Portugal (Barros y Garcia, 2007; Garcia, 2010), entre otros.

Inicialmente se encuentra el estudio de Baquero (1998) quien presentó un análisis de la relación entre la eficiencia y el tamaño de los sistemas de pensiones privados en Argentina y Chile. Su propósito fue conocer si presentan economías de escala por tamaño y presencia de efectos de aprendizaje. El análisis empírico se realizó mediante la estimación de funciones de costo y *Production Approach*, concluyendo la existencia de economías de escala en los sistemas privados de ambos países. En el contexto específico de la presente investigación, la eficiencia del sistema de las AFP en Chile ha sido evaluada bajo diferentes metodologías y en distintos períodos. Barrientos y Boussofiane (2005), estimaron la eficiencia técnica para el mercado de las AFP y para cada una de ellas de forma anual desde 1982 hasta 1999. Para generar su análisis emplearon la metodología DEA bajo el modelo CCR y BCC en donde utilizaron como output los ingresos y cotizantes, y como input los costos de marketing y ventas, pagos a personal de oficina y ejecutivos, costos de administración y de computación. Descubrieron que no existió una tendencia constante al alza en la eficiencia

técnica del mercado. Además, por medio de una regresión lineal comprobaron que a mayor participación de mercado aumenta la eficiencia técnica del sistema lo cual revelaría la presencia de economías de escala y que, por el contrario, a mayores costos de venta menores son los niveles de eficiencia técnica. Por otra parte, Ramírez (2007) a través de la estimación de una frontera estocástica de costo, estudió la eficiencia técnica (maximización output sujeto a la tecnología y recursos disponibles) y la asignativa (minimización de costos a un nivel determinado de output) de las AFP chilenas durante el período 1987-2004. La evidencia mostró que aun cuando posee economías de escala de corto plazo, durante el período bajo estudio, las ganancias de eficiencias han sido pocas y presenta en promedio bajos niveles de eficiencia técnica y asignativa. Malatesta (2011) evaluó la eficiencia de las empresas que componen las dos más importantes industrias del sistema de pensiones chileno: las administradoras de fondos de pensiones y las compañías de seguros de vida, cotejando si el tamaño de dichas firmas es una variable que diferencia los niveles de eficiencia que alcanzan. Con la aplicación de conceptos de eficiencia técnica, económica y de escala, estimadas mediante modelos no-paramétrico y paramétrico, estudió la eficiencia para el período comprendido entre los años 1997 y 2007. Se encontró evidencia de que el tamaño de las administradoras y de las compañías actúa de forma distinta sobre los niveles de eficiencia alcanzados, siendo común a ambas industrias que las entidades de menor tamaño han presentado los mayores incrementos de productividad. Adicionalmente, mostró que, para el caso de las administradoras, los niveles de eficiencia promedio son más altos, mientras que en los últimos años la mayoría de las compañías se ha acercado a su escala óptima de funcionamiento.

En general en los modelos propuestos, anteriormente para el sector financiero, ha primado un enfoque tradicional compuesto por variables de entrada como el trabajo (medidos como gastos de personal) y los insumos no asociados al trabajo (por ejemplo, insumos de producción e inversión en activos totales), y por variables de salida donde destacan principalmente los ingresos operacionales y el número de clientes y/o afiliados. Estos antecedentes constituyen la base para el modelo DEA de este estudio, donde se ha considerado dar una visión simple de la eficiencia de las funciones de las administradoras de fondos de pensión desde una perspectiva financiera. El modelo propuesto se explica en el siguiente apartado.

METODOLOGÍA

Esta investigación corresponde a un análisis empírico de la eficiencia relativa de las administradoras de fondos de pensiones de Chile, mediante la metodología *Data Envelopment Analysis* (DEA), enfocada en las salidas (CCR-O). Este método no paramétrico basado en programación lineal, proporciona datos sobre la eficiencia de cada una de las unidades objeto de estudio y las clasifica de acuerdo con la eficiencia conseguida en comparación con otras unidades, o su proporción con relación al resto, utilizando la denominada frontera de eficiencia (Ramírez y Alfaro, 2013).

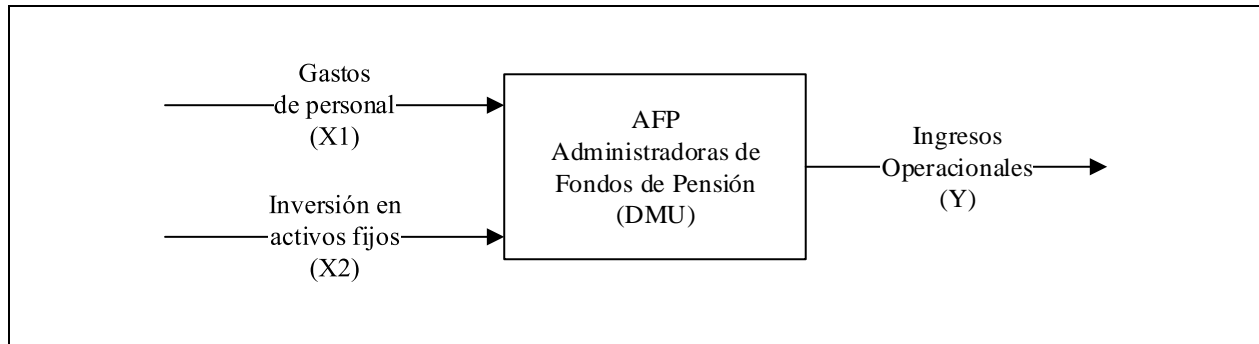
Para el estudio de eficiencia se tuvo en cuenta las seis AFP de Chile (Capital, Cuprum, Habitat, Modelo, PlanVital y Provida) considerando un periodo de evaluación de siete años (2011-2017). La investigación empírica se basó en los estados financieros entregados por las AFP a la Superintendencia de Pensiones (SP) y recogidos,

periódicamente, en el Boletín Estadístico de la organización (edición diciembre de cada año).

Para la revisión de los datos se utilizaron diversos programas computacionales de análisis estadístico, econométrico y de eficiencia, entre ellos: *IBM SPSS Statistics* (versión 20), *Minitab* (versión 18.1), *gretl* (2018a), y *Frontier Analyst* (versión 4.3). *Frontier Analyst* fue configurado para un modelo orientado a las salidas (optimización para maximizar salida y escalamiento constante), donde las unidades consideradas eficientes tienen la misma puntuación, igual a 100.

El modelo DEA planteado en el estudio se compuso de dos variables de entrada (gastos de personal e inversión en activos fijos) y una variable de salida (ingresos operacionales). Su representación gráfica se ilustra en la Figura 3.

Figura 3. Modelo DEA propuesto



Fuente: Elaboración propia

En el modelo, los ingresos ordinarios corresponden a los ingresos por comisiones de cada administradora. Los gastos de servicio son los gastos de personal en los que incurren las AFP para proveer su servicio. Y, los gastos de inversión en activos fijos, comprenden los egresos del periodo en propiedades, planta y equipo (neto).

Para la selección de las variables del modelo se tomó como referencia el trabajo previo desarrollado por Malatesta

(2011), luego se realizó un análisis descriptivo (véase la Tabla 2) y de asociación (correlación lineal de *Pearson*), donde los resultados mostraron una alta correlación lineal positiva entre las variables de salida y las variables de entrada (ingresos operacionales y gastos de personal=0.9586; ingresos operacionales y activos fijos=0.8415), tal como se ve en la Figura 4.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las Variables del Modelo, 2011-2017

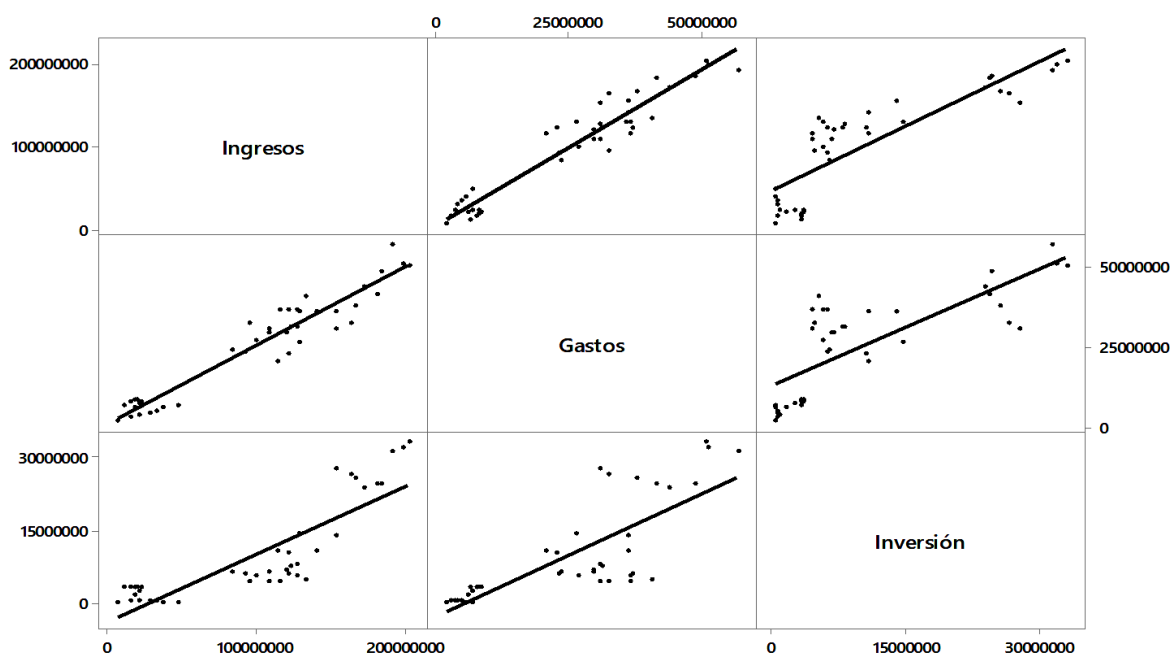
<i>Ingresos operacionales</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>D.T.</i>	<i>ASF</i>	<i>CK</i>
Capital	118.643.195	122.120.931	13.475.409	-0,9085	0,0969

Dimensión Empresarial 17(2), Sebastián Cristóbal Araya-Pizarro, Luperfina Eloisa Rojas Escobar

<i>Ingresos operacionales</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>D.T.</i>	<i>ASF</i>	<i>CK</i>
Cuprum	107.631.171	108.989.533	16.708.541	-0,3081	-1,5390
Habitat	144.078.238	140.504.255	24.784.470	0,4071	-1,1606
Modelo	26.757.442	28.568.022	13.802.114	-0,0564	-0,5656
PlanVital	17.485.323	18.145.447	4.025.026	-1,0758	1,3476
Provida	180.845.297	184.092.790	18.610.691	-0,3124	-1,3574
<i>Gastos de Personal</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>D.T.</i>	<i>ASF</i>	<i>CK</i>
Capital	35.416.590	36.171.729	3.191.468	-0,0976	0,3462
Cuprum	27.677.561	29.385.567	3.278.465	-0,6339	-1,5956
Habitat	31.372.925	35.752.891	8.112.323	-0,3136	-1,9380
Modelo	4.109.894	3.928.271	1.682.704	0,2895	-0,8935
PlanVital	7.264.908	7.597.583	891.940	-0,4497	-1,6549
Provida	44.760.531	48.687.225	9.901.222	-0,6459	-1,1351
<i>Activos fijos</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>D.T.</i>	<i>ASF</i>	<i>CK</i>
Capital	5.031.880	5.021.394	626.369	0,2254	-1,7734
Cuprum	6.662.507	6.513.035	932.865	0,4643	-0,6319
Habitat	15.711.174	13.752.329	6.555.498	1,0065	-0,9987
Modelo	391.130	402.450	142.442	0,1137	-1,5874
PlanVital	2.849.628	3.116.218	668.694	-1,7518	2,7034
Provida	28.392.751	27.786.765	3.714.962	0,0201	-1,9920

D.T.= Desviación Típica; ASF= Coeficiente de Asimetría de Fisher; CK= Coeficiente de Curtosis
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Gráfica de matriz de Afiliados, Ingresos, Gastos e Inversión



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se desarrolló un análisis de regresión multivariado, bajo un modelo lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), entre los inputs (gastos de personal e inversión en activos fijos) y los ingresos operacionales, revelando que tanto el gasto de personal como la inversión en activos fijos son relevantes al nivel del 5% de significancia (p de $t=0,00$). También, el modelo

en conjunto resultó ser significativo (p de $F=0,00$) con un ajuste (R^2) del 98.4% (Véase la Tabla 3).

Los análisis previos demostraron la idoneidad de los variables para el desarrollo del DEA, cuyos principales resultados se presentan en el siguiente acápite.

Tabla 3. Relaciones entre los factores y el producto del modelo de regresión por MCO

Variable dependiente: Ingresos operacionales				
Insumos del modelo	Coefficiente	Desv. Típica (D.T.)	Estadístico t	Valor
Gastos de personal	3,29403	0,169789	19,40	<0,0001*
Activos fijos	1,44341	0,357601	4,036	0,0002*
Media de la var. dependiente	99240111	D.T. de la var. dependiente		61910417
Suma de cuadrados de residuos	9,25e+15	D.T. de la regresión		15204518
R-cuadrado no centrado	0,983799	R-cuadrado centrado		0,941157
F(2, 34)	1214,528	Valor p (de F)		0,000000*
Log-verosimilitud	-753,1292	Criterio de Akaike		1510,258
Criterio de Schwarz	1513,734	Crit. de Hannan-Quinn		1511,532

* Significativo al 5% de significancia ($p < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

La media de las puntuaciones de eficiencia de las AFP, para los años 2011-2017, fue de 68% (DT=0.2237). La Tabla 4 exhibe los índices de eficiencia para cada una de las administradoras de fondos de pensiones de Chile, donde

se aprecia que solo dos instituciones fueron evaluadas como eficientes durante el periodo de análisis: AFP Modelo y AFP Habitat, siendo solo la primera, eficiente cada año.

Tabla 4. Índices de eficiencia para el periodo 2011-2017

DMU	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	Promedio
Capital	46,50%	55,90%	50,20%	45,90%	74,60%	72,50%	83,40%	61,29%
Cuprum	56,20%	63,90%	57,80%	51,00%	60,40%	68,80%	83,70%	63,11%
Habitat	62,30%	68,90%	61,00%	54,00%	80,00%	92,80%	100,0%	74,14%
Modelo	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
PlanVital	32,30%	30,60%	22,60%	29,90%	45,70%	52,40%	73,40%	40,99%
Provida	47,60%	62,10%	55,40%	52,00%	63,60%	88,10%	89,80%	65,51%
Promedio	57,48%	63,57%	57,83%	55,47%	70,72%	79,10%	88,38%	67,51%

Fuente: Elaboración propia

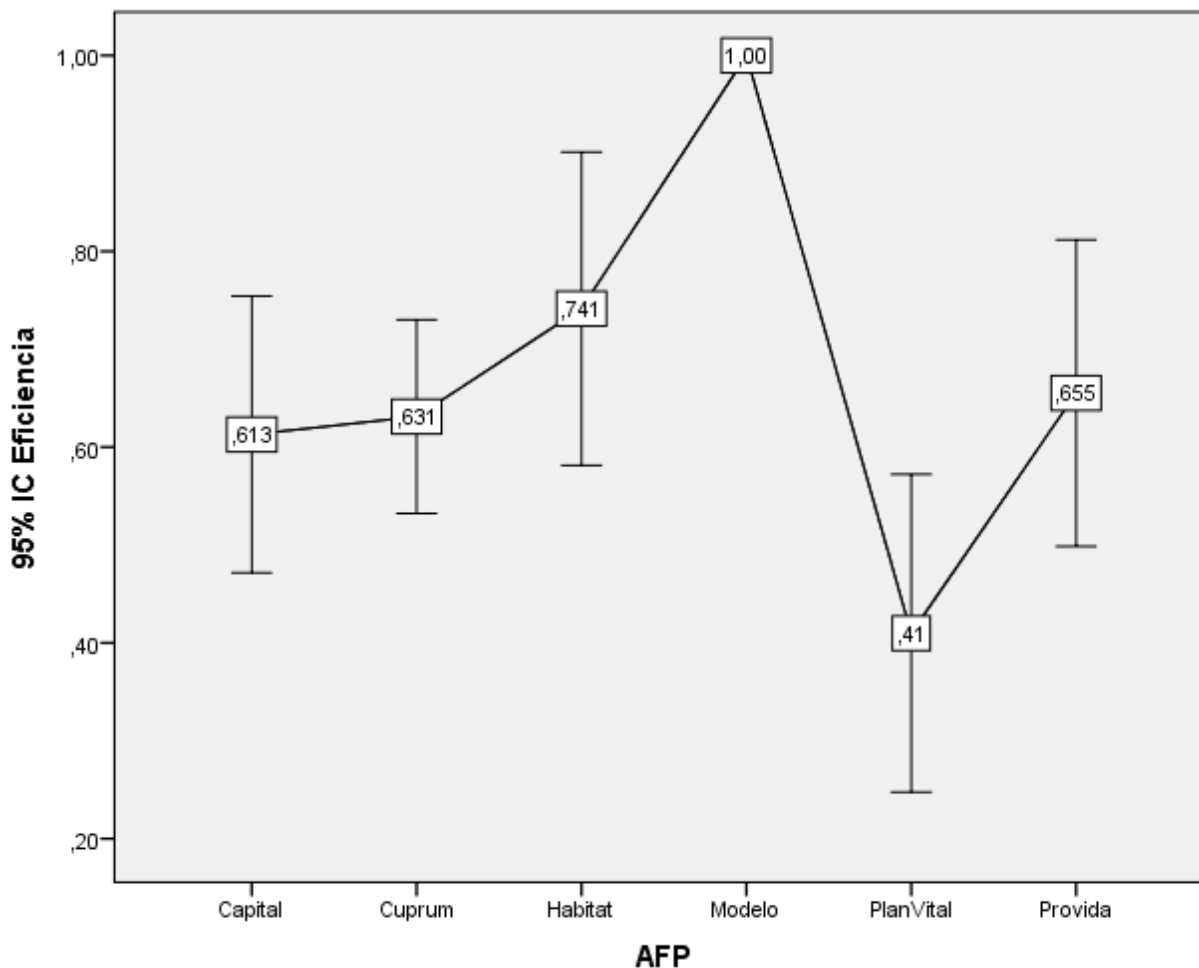
Globalmente la distribución de los índices de eficiencia exhibe que, durante el periodo analizado, el mayor porcentaje de los ratios se acumulan en el rango de 50-75%

(47.6%), seguido del rango 75-100% (33.3%), luego 25-50% (16.7%) y finalmente los índices inferiores a 25% (2.4%).

Cabe destacar que la comparación de las diferentes instituciones por medio de la prueba *ANOVA* de un factor, mostró diferencias significativas entre las eficiencias registradas ($p < 0.05$). Además, a pesar de que las variables cumplían con el requisito de normalidad (Prueba de *Anderson-Darling* y Prueba de *Shapiro-Wilk*), no cumplían con el supuesto de homocedasticidad (Prueba de *Levene*),

por lo que se aplicó una prueba confirmatoria mediante la técnica no paramétrica de *Kruskal-Wallis*, la cual corroboró los resultados previos. Asimismo, la Figura 5, refleja las diferencias en el comportamiento de la eficiencia media según cada AFP para un intervalo de confianza (IC) del 95%.

Figura 5. Gráfica de barras de error para la eficiencia según AFP (IC 95%)



Fuente: Elaboración propia

Complementariamente, se analizó la relación entre la eficiencia y el tamaño de la organización. Se pudo apreciar que existe evidencia relativa de que las administradoras de menor tamaño serían las que presentan mayores niveles de eficiencia (Malatesta, 2011). Es decir, al evaluar el promedio de eficiencia según el tamaño de las instituciones (medido por el nivel de activos totales), se advierte que las AFP de mayor tamaño presentan índices de eficiencia más bajos (66%), que las de tamaño medio (71%) o tamaño pequeño (73%). Igualmente, al examinar la evolución de

los índices de eficiencia por DMU, se observó que para el periodo existe una fuerte correlación negativa (R de Pearson promedio = -0.8046), lo que pondría de manifiesto que en los últimos años la mayoría de las compañías se ha alejado respecto de su escala óptima de funcionamiento en oposición a lo que ocurría en la última década del siglo pasado (Barrientos y Boussofiane, 2005).

La Tabla 5, por su parte, sintetiza los resultados de eficiencia para las seis AFP de Chile, a partir del modelo

Dimensión Empresarial 17(2), Sebastián Cristóbal Araya-Pizarro, Luperfina Eloisa Rojas Escobar

DEA CCR –O. Se observa que el desempeño es mejorable en varias organizaciones, por ejemplo, durante el año 2017, Plan Vital registró un inverso del score (1/score) de 3.1, lo que indica que para que sea eficiente técnicamente debe

aumentar sus ingresos operacionales en aproximadamente 3.1 veces. Similarmente Capital debe multiplicar su ingreso 2.2 veces para ser eficiente, Provida 2.1 veces, Cuprum 1.8 veces y Habitat, 1.6 veces.

Tabla 5. Eficiencia técnica de las empresas consideradas en el análisis (2012-2017)

	2017		2016		2015	
DMU	Score	1/Score	Score	1/Score	Score	1/Score
Capital	0,465	2,151	0,559	1,7889	0,502	1,992
Cuprum	0,562	1,779	0,639	1,5649	0,578	1,7301
Habitat	0,623	1,605	0,689	1,4514	0,61	1,6393
Modelo	1	1	1	1	1	1
PlanVital	0,323	3,096	0,306	3,268	0,226	4,4248
Provida	0,476	2,101	0,621	1,6103	0,554	1,8051
	2014		2013		2012	
DMU	Score	1/Score	Score	1/Score	Score	1/Score
Capital	0,459	2,1786	0,746	1,3405	0,725	1,3793
Cuprum	0,536	1,8657	0,604	1,6556	0,688	1,4535
Habitat	0,654	1,5291	0,8	1,25	0,928	1,0776
Modelo	1	1	1	1	1	1
PlanVital	0,299	3,3445	0,457	2,1882	0,524	1,9084
Provida	0,52	1,9231	0,636	1,5723	0,881	1,1351

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos se realizó una clasificación, mediante el procedimiento de intervalos óptimos para hacer discreta la variable eficiencia, según como sigue: en empresas eficientes (eficiencia = 1),

empresas de alta eficiencia ($1 > \text{eficiencia} \leq 0.60$), empresas de media eficiencia ($0.60 > \text{eficiencia} \leq 0.30$) y empresas de baja eficiencia ($\text{eficiencia} < 0.30$). De acuerdo con esta clasificación fue posible construir la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de AFP de acuerdo con el nivel de eficiencia (Ef.)

DMU	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Capital	Ef. Media	Ef. Media	Ef. Media	Ef. Media	Ef. Alta	Ef. Alta	Ef. Alta
Cuprum	Ef. Media	Ef. Alta	Ef. Media	Ef. Media	Ef. Alta	Ef. Alta	Ef. Alta
Habitat	Ef. Alta	Ef. Alta	Ef. Alta	Ef. Alta	Ef. Alta	Ef. Alta	Eficiente
Modelo	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente
PlanVital	Ef. Media	Ef. Media	Ef. Baja	Ef. Baja	Ef. Media	Ef. Media	Ef. Alta
Provida	Ef. Media	Ef. Alta	Ef. Media	Ef. Media	Ef. Alta	Ef. Alta	Ef. Alta

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se efectuó un ordenamiento de las seis AFP consideradas mediante el modelo de Super-eficiencia

propuesto por Andersen y Petersen (1993). Los resultados del modelo permitieron efectuar el ranking de las DMU, y

en este se observa que el mejor desempeño promedio de las empresas eficientes fue: Modelo, Habitat, Cuprum,

Provida, Capital y PlanVital. El ranking completo se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Ranking de eficiencia de las AFP chilenas. Periodo 2011-2017

Ranking	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
1° lugar	Modelo	Modelo	Modelo	Modelo	Modelo	Modelo	Modelo
2° lugar	Habitat	Habitat	Habitat	Habitat	Habitat	Habitat	Habitat
3° lugar	Cuprum	Cuprum	Cuprum	Cuprum	Capital	Provida	Provida
4° lugar	Provida	Provida	Provida	Provida	Provida	Capital	Cuprum
5° lugar	Capital	Capital	Capital	Capital	Cuprum	Cuprum	Capital
6° lugar	PlanVital	PlanVital	PlanVital	PlanVital	PlanVital	PlanVital	PlanVital

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Con este trabajo se evaluó la eficiencia de las AFP de Chile utilizando la técnica no paramétrica Análisis Envolvente de Datos (DEA). Para esto se analizó qué tan eficientes son las administradoras cuando se consideran como variables de entrada el total de gastos de personal y los activos fijos (Propiedades, planta y equipo, Neto) y cómo se ve reflejado esto en sus ingresos operacionales. La selección de las variables antes mencionadas se realizó teniendo en cuenta estudios anteriores a esta investigación y se comparó con el método de correlación entre las mismas y coeficientes de regresión lineal simple por MCO.

De las seis AFP chilenas, solo una mostró ser técnicamente eficiente para todo el periodo analizado (2011-2017), AFP Modelo, y la eficiencia promedio del grupo de estudio fue de 67.5 %. El modelo de DEA CCR-O utilizado generó las proyecciones para las administradoras ineficientes, es decir estas proyecciones se interpretan como el valor óptimo que debe tener la variable de salida para que la institución sea eficiente. De

forma complementaria, los resultados obtenidos entregan evidencia relativa de que las AFP de menor tamaño serían las que presentan mayores niveles de eficiencia, y que durante los últimos años la mayoría de las compañías se ha alejado respecto de su escala óptima de funcionamiento.

Metodológicamente, este artículo de investigación proporcionó una técnica válida para examinar de manera simple las características de la eficiencia técnica en cualquier sector de la economía y permite adentrarse con métodos más depurados en la realización de nuevos estudios. Para ello sería relevante explorar otras variables de insumo (*input*) para de esta manera poder explicar las diferencias que se presentan en los valores de eficiencia, además, de incluir otras variables de salidas (*output*) como podría ser el número de afiliados. Por último, futuras líneas de estudio pueden desarrollarse para estimar la eficiencia técnica utilizando métodos paramétricos que permitan contrastar o suplementar los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- Almanza-Ramírez, C. (2012). Eficiencia en costos de la banca en Colombia, 1999-2007: Una aproximación no paramétrica. *Innovar*, 22(44), 67–78.
- Alserda, G., Bikker, J., & Van der Lecq, F. (2018). X-efficiency and economies of scale in pension fund administration and investment. *Applied Economics*, 50(48), 5164–5188. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2937291>
- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261–1264. <https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>

- Angelidis Timotheos, T., & Tessaromatis Nikolaos, N. (2010). The efficiency of Greek public pension fund portfolios. *Journal of Banking and Finance*, 34(9), 2158–2167. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2010.02.003>
- Arefjevs, I. (2015). Operational efficiency assessment of pension fund management companies. *The Wroclaw School of Banking Research Journal*, 15(4), 513–526.
- Ayadi, I. (2013). Determinants of Tunisian Bank Efficiency: A DEA Analysis. *International Journal of Financial Research*, 4(4). <https://doi.org/10.5430/ijfr.v4n4p128>
- Baquero, M. (1998). Planes de pensión privados en Chile y Argentina : Un estudio de su eficiencia. *Cuestiones Económicas*, (35), 63–100. Retrieved from https://www.bce.fin.ec/cuestiones_economicas/images/PDFS/1998/No35/No.35-1998MARCOBAQUERO.pdf
- Barrientos, A., & Boussofiâne, A. (2005). How efficient are pension fund managers in Chile? *Revista de Economía Contemporánea*, 9(2), 289–311. <https://doi.org/10.1590/S1415-98482005000200003>
- Barros, C. P., & Garcia, M. T. M. (2007). Analysing the performance of the pension fund industry with a stochastic frontier model: A case study for Portugal. *The Geneva Papers*, 32(2), 190–210. <https://doi.org/10.1057/palgrave.gpp.2510126>
- Broeders, D. W. G. A., van Oord, A., & Rijsbergen, D. R. (2016). Scale economies in pension fund investments: A dissection of investment costs across asset classes. *Journal of International Money and Finance*, 67, 147–171. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2016.04.003>
- Cano, J. A., Campo, E. A., & Baena, J. J. (2017). Application of DEA in international market selection for the export of goods. *Dyna*, 84(200), 376–382. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n200.63612>
- Cava, P. B., Salgado Júnior, A. P., & Branco, A. M. de F. (2016). Evaluation of Bank Efficiency in Brazil: a Dea Approach. *RAM, REV. ADM. MACKENZIE*, 17(4), 62–84. <https://doi.org/10.1590/1678-69712016/administracao.v17n4p61-83>
- Cavazos, R., Vásquez, F., & Hernández, M. J. (2010). Estructura de costos y economías de escala en el mercado de fondos para el retiro en México. *El Trimestre Económico*, LXXVII(2), 363–391.
- Charles, V., Kumar, M., Zegarra, L. F., & Avolio, B. (2011). Benchmarking Peruvian Banks using Data Envelopment Analysis. *Journal of CENTRUM Cathedra*, 4(2), 147–164.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Escorcía, R., Visbal, D., & Agudelo, J. M. (2015). Eficiencia en las instituciones educativas públicas de la ciudad de Santa Marta (Colombia) mediante “Análisis Envolvente de Datos.” *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 23(4), 579–593. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052015000400009>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fontalvo, T., De La Hoz, E., & De La Hoz, E. (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(6), 267–276. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600267>
- Fontalvo, T., Mendoza, A., & Visbal, D. (2015). Análisis comparativo de eficiencia financiera : estudio de un caso del sector BASC en Barranquilla. *Prospect*, 13(2), 16–24. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v13n2/v13n2a03.pdf>
- García, M. T. M. (2010). Efficiency evaluation of the Portuguese pension funds management companies. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 20(3), 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2010.03.003>
- Ghaeli, M. R. (2017). Measuring the relative efficiency of banks using DEA method. *Accounting*, 3(2017), 221–226. <https://doi.org/10.5267/j.ac.2017.1.004>
- Grmanová, E., & Ivanová, E. (2018). Efficiency of banks in Slovakia: Measuring by DEA models. *Journal of International Studies*,

11(1), 257–272. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2018/11-1/20>

- Guillén, J. (2011). Latin American Private Pension Funds' Vulnerabilities. *Economía Mexicana Nueva Época*, 20(2), 357–378.
- Junwen, F., Jie, C., & Yucheng, W. (2017). Efficiency Analysis of Commercial Banks in China Based on DEA and Malmquist Index. *BioTechnology: An Indian Journal*, 13(3), 1–11.
- Lara, C., & Silva, C. (2014). El Sistema de Pensiones de Chile en la Encrucijada: reformando la Gran Reforma de 2008. *Textos & Contextos*, 13(1), 113–127.
- Maceira, D., & Garlati, P. (2014). Duopolio, diferenciación y escala: un estudio de las estructuras de costos de las administradoras de fondos de pensiones en Bolivia. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (21), 61–92. Retrieved from http://www.scielo.org/bo/pdf/rldc/n21/n21_a03.pdf
- Malatesta, G. (2011). *Eficiencia de Administradoras de Fondos de Pensiones y de Compañías de Seguros de Vida en Chile*. Universidad Autónoma de Madrid. Retrieved from https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/12500/60605_malatesta_giovanni.pdf?sequence=1
- Maletić, R., Kreća, M., & Maletić, P. (2013). Application of DEA methodology in measuring efficiency in the banking sector. *Economics of Agriculture*, 60(4), 843–855. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85044835453&doi=10.14254%2F2071-8330.2018%2F11-1%2F20&partnerID=40&md5=4192e0b97d26884a3b27a2faae4a92f1>
- Martínez, A. (2014). *Nota Técnica N°2. Barreras de Entrada, Concentración y Competencia en el mercado de las AFP*. Santiago, Chile. Retrieved from <https://www.previsionsocial.gob.cl/sps/download/estudios-previsionales/publicaciones/notas-tecnicas/2-barreras-de-entrada-concentracion-y-competencia-en-el-mercado-de-las-afp.pdf>
- Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Decreto Ley 3500 (1980). Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Retrieved from <https://www.leychile.cl/N?i=7147&f=2018-05-01&p=>
- Ohsato, S., & Takahashi, M. (2015). Management Efficiency in Japanese Regional Banks: A Network DEA. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 511–518. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.394>
- Ortiz, D., Chirinos, M., & Hurtado, Y. (2010). La frontera eficiente y los límites de inversión para las AFP: una nueva mirada*. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15(29), 95–117.
- Othman, F. M., Mohd-zamil, N. A., Zaleha, S., Rasid, A., & Vakilbashi, A. (2016). Data Envelopment Analysis : A Tool of Measuring Efficiency in Banking Sector. *International Journal OfEconomics and Finacial*, 6(3), 911–916.
- Ramírez, D. (2007). Las administradoras de fondos de pensiones chilenas y su eficiencia técnica y asignativa. *Revista BCV*, XXI(2), 47–77.
- Ramírez, P., & Alfaro, J. (2013). Evaluación de la eficiencia de las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las universidades chilenas: Resultados de un Análisis Envolvente de Datos. *Formacion Universitaria*, 6(3), 31–38. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062013000300005>
- Seffino, M., & Hoyos, D. (2016). Eficiencia bancaria en Argentina. Comportamiento de los bancos entre 2005 y 2013. *Estudios Gerenciales*, 32(2016), 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.09.003>
- Staub, R. B., da Silva e Souza, G., & Tabak, B. M. (2010). Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 204–213. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.04.025>
- Sufian, F. (2010). Modelling Banking Sector Efficiency : A DEA and Time Series Approach. *EKONOMIKA*, 89(2), 111–119.
- Titko, J., Stankevičienė, J., & Lāce, N. (2014). Measuring bank efficiency: DEA application. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(4), 739–757. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.984255>

NOTAS

-
- ⁱ Artículo de investigación. Desarrollado en la Universidad de la Serena, Región de Coquimbo, Chile, <http://www.userena.cl/>. Fecha de recepción 16/01/2019. Fecha de aceptación 20/03/2019.
- ⁱⁱ Magíster en Liderazgo, Dirección Estratégica y Comunicación en las Organizaciones. Académico e Investigador adscrito al Departamento de Ciencias Económicas y Empresariales, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad de La Serena, Región de Coquimbo, Chile. Correo: saraya@userena.cl
- ⁱⁱⁱ Doctora en Ingeniería. Decana de la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad de La Serena, Región de Coquimbo, Chile. Correo: lrojas@userena.cl