

## LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE COLOMBIA Y CHILE

**Dianni Rodríguez Varela.**

Profesora de la Universidad de Cienfuegos. drvarela24@gmail.com.<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

Este es el resultado inicial de una investigación sobre la evaluación de la eficiencia de las universidades públicas, de Colombia y Chile según el posicionamiento en el Ranking QS University Rankings: América Latina. El objetivo de este trabajo es evaluar la eficiencia en Universidades Públicas de Colombia y Chile. Una primera parte del trabajo consiste en explicar, brevemente, los sistemas universitarios colombiano y chileno. La parte empírica consistirá en emplear el análisis envolvente de datos (DEA) para el cálculo de la eficiencia tanto con rendimientos constantes como con rendimientos variables a escala (modelos CCR y BCC respectivamente). Para la elección de los inputs y los outputs, tras revisar la literatura, la disponibilidad de datos homogéneos entre las universidades de los dos países determinó que se selecciona como inputs el profesorado y el número de matriculados y como outputs los graduados y las publicaciones recogidas en la base de datos bibliográficos Scopus.

**Palabras claves:** eficiencia, Universidades Públicas, análisis envolvente de datos, inputs and outputs.

### **SUMMARY**

This is the initial result of a research on the evaluation of the efficiency of public universities, of Colombia and Chile according to the positioning in the Ranking QS University Rankings: Latin America. The objective of this work is to evaluate the efficiency in Public Universities of Colombia and Chile. A first part of the work consists of explaining, briefly, the Colombian and Chilean university systems. The empirical part will consist of using the data envelopment analysis (DEA) to calculate the efficiency with constant yields and with variable returns to scale (CCR and BCC models respectively). For the choice of inputs and outputs, after reviewing the literature, the availability of homogeneous data between the universities of the two countries determined that the teachers and the number of students enrolled were selected as inputs and, as outputs, the graduates and the publications collected in the Scopus bibliographic database.

**Key Words:** efficiency, Public Universities, data envelopment analysis, inputs and outputs.

### **1. DESARROLLO**

En Latinoamérica la preocupación por la Educación Superior, donde las Universidades son su máximo exponente, ha ido en aumento en los últimos años, así la Declaración final de la Conferencia Regional sobre la Educación Superior para América Latina y el Caribe, celebrada en Colombia en el 2008, señaló diversos retos que debe afrontar este nivel de enseñanza

---

<sup>1</sup> Dianni Rodríguez Varela. Licenciada en Economía por la Universidad de Cienfuegos, Cuba, Master en Administración de Negocios por la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba, Profesora Auxiliar de la Universidad de Cienfuegos, email drvarela24@gmail.com.

como son la generación de conocimientos, la formación de profesionales, facilitar el acceso a estos estudios, una oferta de posgrado más diversificado y una mejor formación de los docentes e investigadores (IESALC-UNESCO, 2008).

Los retos y compromisos que tienen, por tanto, las universidades, en particular las estatales, con la sociedad son enormes. Se ha de ser consciente que se desarrollan en un contexto de restricción de recursos donde deben competir con otras áreas del gasto público (sanidad, justicia, seguridad, etc.). Entonces, es pertinente preguntarse, si se debe gastar más o menos en educación superior y exigir eficiencia en el empleo de los recursos que se destinan a las universidades.

Todo lo anterior junto al crecimiento cuantitativo en términos de alumnado, creación y unificación de centros nos impulsó a realizar este análisis de eficiencia entre Instituciones de Educación Superior Latinoamericanas. Los datos y la búsqueda de unos países similares en tamaño nos condujeron a escoger a las universidades de Colombia y Chile, para realizar el análisis, ya que estos países tienen una población comprendida entre 15 y 50 millones de habitantes y se optó por analizar solo universidades públicas que se encuentra en el Ranking de Universidades de América Latina. A continuación se muestran algunos datos globales para el 2014 como son la población total, estudiantil de pregrado y posgrado, número de Instituciones de Educación Superior, Universidades, docentes, graduados y el por ciento que representa el PIB del gasto público de estos dos importantes países:

**Tabla1: Datos globales de Colombia y Chile**

<b>Indicadores 2014</b>	<b>Colombia</b>	<b>Chile</b>
Población total	49 067 000	18 286 000
Población estudiantil en postgrado	127,429	90.701
Población estudiantil en pregrado	2.010.366	1.144.605
Instituciones de Educación Superior	288	162
Universidades	82	60
Número de docentes en IES	123,215	42.161
Graduados	345,098	168.552
Partida del Gasto Público en ES como % del PIB	0.88%	4,75%

Fuente: Elaboración propia a partir de los informes nacional finales de CINDA del 2016, de los países Colombia y Chile.

En el siguiente apartado se realiza un breve análisis de los sistemas universitarios de colombianos y chileno.

## **2. LOS SISTEMAS UNIVERSITARIOS COLOMBIANO Y CHILENO**

En este acápite se realiza una breve descripción de los dos sistemas universitarios que se tomó como caso de estudio para la investigación.

### **2.1.SISTEMA UNIVERSITARIO COLOMBIANO**

En Colombia la educación se define como un proceso de formación permanente, personal cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes. Existen 82 universidades, de las cuales 32 son oficiales o públicas representadas por rectores, quienes constituyen el Consejo Nacional de

Rectores y 50 son no oficiales o privadas. Existen otras 206 Instituciones de Educación Superior, entre las que se encuentran: 120 Instituciones Universitarias y/o Escuelas Tecnológicas, 51 Instituciones Tecnológicas y 35 Instituciones Técnicas Profesionales.

De una población mayor de 5 millones aproximadamente de jóvenes en edad de cursar sus estudios universitarios entre 17 a 21 años, la matrícula de estudiante según el nivel de formación para el período 2011-2015, es el que muestra en las siguientes tablas:

**Tabla 2: Matrícula total de instituciones según nivel de formación**

Nivel de formación	2011	2012	2013	2014	2015
Técnica Profesional	82.358	78.555	83.016	96.466	93.970
Tecnológica	504.113	515.129	587.914	614.825	623.551
Universitaria	1.159.512	1.218.816	1.296.123	1.369.149	1.431.983
Especialización	80.429	81.279	82.550	87.784	86.280
Maestría	30.360	32.745	39.488	48.000	52.608
Doctorado	2.920	3.063	3.800	4.428	5.158
Total	1.859.692	1.929.587	2.092.891	2.220.652	2.293.550

Fuente: Elaboración propia a partir del informe del Ministerio de Colombia, mayo 2016.

La vinculación del docente con la universidad es fundamental para dar continuidad a la revisión curricular de los programas, a los ajustes de metodologías y actualización de planes educativos, estos a su vez tienen diferentes tipos de contratos como son: a tiempo completo, medio y catedráticos, en la siguiente tabla se visualiza el total de profesores según el tipo de contrato para el período 2011-2015.

**Tabla 3: Docentes**

Dedicación	2011	2012	2013	2014	2015
Tiempo completo	32.847	33.393	35.810	41.971	44.847
Medio tiempo	22.814	19.280	16.820	27.478	32.496
Catedráticos	58.510	64.467	64.180	73.606	71.937
Total	114.171	117.140	116.810	143.055	149.280

Fuente: Elaboración propia a partir del informe del Ministerio de Colombia, mayo 2016.

Entre los indicadores con los que se evalúa la calidad de la educación superior, se encuentra el nivel de formación de sus docentes, en los últimos años también se han establecido metas frente a este aspecto, por lo que las Instituciones de Educación Superior han realizado fuertes inversiones, bien sea para formar y capacitar a sus docentes o, vincular nuevos con mayores niveles de formación.

**Tabla 4: Docentes según nivel de formación**

Nivel de Formación	2011	2012	2013	2014	2015
Pregrado	48.002	46.274	45.173	45.989	46.552
Especialización	34.789	36.962	36.885	43.468	44.505
Magister	25.419	27.546	27.944	41.875	43.856
Doctorados	5.961	6.358	6.808	8.893	9.477
Total	114.171	117.140	116.810	140 225	144 390

Fuente: Elaboración propia a partir del informe del Ministerio de Colombia, mayo 2016.

El financiamiento de la universidad pública se da a través de mecanismos dirigidos a la oferta y de subsidios a la demanda. Entre los mecanismos de oferta se cuentan los aportes directos de la nación y las entidades territoriales, la generación de recursos propios que cada institución consigue en el ejercicio de sus labores misionales de formación, extensión e investigación, el apoyo de colciencias a los proyectos de las universidades y los proyectos de fomento dirigidos desde el Ministerio de Educación Nacional.

## 2.2.SITEMA UNIVERSITARIO CHILENO

En Chile existe oficialmente 159 instituciones, agrupadas en: 60 universidades, 43 institutos profesionales, 46 centros de formación técnica y 10 establecimientos de educación superior de las Fuerzas Armadas, de Orden y Seguridad. Las universidades suman 60 instituciones de estudios superiores que se dividen principalmente en dos tipos: las llamadas «universidades tradicionales», pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas integrado por las 18 universidades públicas del país y nueve universidades particulares; y por otro lado las 34 universidades privadas restantes.

A su vez, por afinidad o características específicas, las universidades están agrupadas en organizaciones tales como el Consorcio de Universidades Estatales de Chile (CUECh), la Agrupación de Universidades Regionales de Chile (AUR), la Red Universitaria Cruz del Sur, la Red Universitaria G9, y la Corporación de Universidades Privadas (CUPChile), entre otras.

Estas instituciones entregan el total de planes de pregrado y postgrado en el país, los años de estudios dependen del nivel que este cursando el estudiante. A continuación, se muestra una tabla con los diferentes niveles y años de estudios que requiere cada uno:

**Tabla 5: Matricula total de instituciones según nivel de formación**

Tipo de institución	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CFT	128.571	138.635	140.048	144.383	147.984	146.521
IP	224.339	267.766	301.156	332.147	357.575	378.802
Universidades	633.010	633.051	685.925	707.934	709.854	707.468
Especialización	31.340	32.361	38.742	44.086	43.895	42.218
Maestría	29.330	30.350	36.730	42.073	41.881	40.203
Doctorado	4.055	4.052	4.471	4.653	4.925	5.172
<b>Total</b>	<b>1.050.645</b>	<b>1.106.215</b>	<b>1.207.072</b>	<b>1.275.276</b>	<b>1.306.114</b>	<b>1.320.384</b>

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe Nacional de Chile 2016.

Los docentes son un ente fundamental en el proceso, estos se pueden clasificarse en tres categorías según el tipo de jornada que cumplen en las instituciones de educación superior. Se considera jornada completa los docentes que por contrato deben cumplir con un mínimo de 33 horas semanales en la institución. La jornada media compromete entre 20 y 32 horas inclusive. Por último, la jornada hora por su parte comprende un máximo de 19 horas semanales. Otra distinción importante, es el grado académico que tienen, distinguiendo entre los grados de

doctor, magíster, profesionales o licenciados, técnicos de nivel superior, docentes y especialidades médicas.

**Tabla 6: Académicos según tipo de institución**

Tipo de institución	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Universidades estatales</b>	7219	7475	7261	7913	8378	8735
Universidades privadas CRUCH	6065	6427	6651	7086	7329	7504
Universidades privadas	7629	7585	9245	12756	14774	15180
IP	3430	3925	4830	6942	7807	8572
CFT	1413	1591	1801	3528	3873	3843
<b>Total</b>	<b>25756</b>	<b>27003</b>	<b>29787</b>	<b>38225</b>	<b>42161</b>	<b>43834</b>

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe Nacional de Chile 2016.

La educación es gratuita en su duración formal para el 50% de la población más vulnerable y que haya elegido una universidad o instituto público y que no tenga ánimo de lucro. En cuanto a las universidades privadas o con ánimo de lucro, el estudiante puede optar a diferentes becas o créditos con condiciones muy diferentes entre sí para el financiamiento de sus estudios. Esto ha provocado críticas al sistema por parte de estudiantes y egresados. Los estudiantes de universidades del CRUCH, pueden postular al Fondo Solidario de Crédito Universitario y los demás estudiantes de educación superior solo al Crédito con Garantía del Estado (o Crédito con Aval del Estado, CAE).

Para ser estudiante de universidades del Consejo de Rectores, los mismos tienen que aprobar la prueba de selección nacional denominada: Prueba de Selección Universitaria (PSU) que se compone de un examen de matemática, y una prueba específica para las distintas áreas del conocimiento. Una ponderación de las notas de la enseñanza media más los resultados de la PSU le da a cada estudiante un determinado puntaje de postulación mediante el cual puede optar a la carrera de su interés quedando seleccionados dentro de las universidades más prestigiosas aquellos jóvenes con mejor rendimiento académico. Este sistema de admisión es nacional para las universidades del Consejo de Rectores.

### 3. METODOLOGÍA Y DATOS

Para evaluar la eficiencia existen dos alternativas: la aproximación paramétrica que se apoya en los métodos econométricos para la estimación de una función de producción con una forma funcional concreta y la aproximación no paramétrica los cuales construyen la función de producción sin necesidad de considerar una forma funcional explícita, entre ellos destaca el análisis envolvente de datos o DEA.

La filosofía del análisis envolvente de datos es, una herencia directa del artículo original de Farrell (1957). Para llevar a cabo las estimaciones de eficiencia se compara, así, la actividad de cada una de las entidades objeto de evaluación con la de otras DMUs que, combinando los factores productivos de forma semejante, o análogamente, produciendo una mezcla parecida de outputs, obtienen un mayor volumen de producción a partir de los mismos inputs (eficiencia

en términos de output) o producen lo mismo utilizando menos recursos (eficiencia en términos de input) (Sancho, 2005, pág. 52).

El método envolvente de datos evalúa cada entidad en comparación con un grupo de referencia -que construye el propio método- formado por las entidades que siendo eficientes más se parecen a aquellas cuya eficiencia se trata de valorar (Sancho, 2005, pág. 52).

La técnica DEA tiene como principal virtud que construye una frontera de unidades eficientes con las unidades de la muestra o de combinaciones lineales de la misma y a partir de ella evalúa la ineficiencia relativa del resto de unidades que utilizan la misma tecnología de producción. Con este método se evita tener que elegir a priori la forma de la función de producción o de costes óptima (Trillo, 1998).

Según Bonilla y otros (1996) mencionan algunas ventajas del DEA, entre ellas se encuentra que los modelos admiten múltiples inputs y outputs, no requiere una hipótesis de relación funcional entre inputs y outputs, las unidades se comparan directamente con otras unidades o una combinación de ellas. Los inputs y outputs son indiferentes a la unidad en la que son medidos. Algunas de las limitaciones que presentan estos tipos de modelos según los mismos autores son: ignoran generalmente los precios y miden sólo la ineficiencia técnica cuando se utilizan demasiados inputs o se producen pocos outputs, el análisis funciona relativamente mal cuando el número de DMU es bajo y los tests de hipótesis estadísticas son difíciles de aplicar, por ser un método no paramétrico.

La metodología DEA se adapta muy bien a la hora de evaluar la eficiencia de instituciones sin ánimo de lucro como son las universidades públicas. Como principal ventaja se apunta a su flexibilidad en cuanto a la modelización. La evaluación de la eficiencia de las instituciones de educación superior empleando la metodología DEA ha sido constante desde sus orígenes, así han surgido estudios en el ámbito universitario que van desde comparaciones que atienden a la universidad en su conjunto, ya sea en un mismo país o entre países, al análisis de departamentos, áreas de conocimiento o facultades, análisis centrados solo en la docencia, en investigación, o en ambas actividades, incluyendo en algunos casos la transferencia de resultados. Como se observa la variedad de aplicaciones del DEA a los sistemas universitarios es amplia. A continuación, se muestran algunos estudios aplicados a la medición de la eficiencia en universidades.

**Tabla 7: Modelos utilizados en estudios de medición de la eficiencia en universidades**

<b>Autores</b>	<b>Modelo</b>
Ahn (1987)	CCR y DEA Windows
Ahn, Charnes y Cooper (1988)	DEA en dos etapas (CCR). En la primera calculan eficiencia en gestión, en la segunda la eficiencia en programas
Rhodes y Southwick (1993)	CCR.
Athanassopoulos y Shale (1997)	CCR y CCR con restricciones en las ponderaciones (eficiencia técnica).
MacMillan y Datta (1998)	BCC
Hanke y Leopoldseder (1998)	Multiactividad.
Li y Ng (2000)	CCR

Avrikan (2001)	CCR.
Abbot y Doucouliagos (2003)	CCR y BCC (ambos orientación input).
Taylor y Harris (2004)	CCR
Gómez Sancho (2005)	Multiactividad.

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente acápite se realiza una minuciosa revisión bibliografía sobre la metodología análisis envolvente de datos DEA.

### 3.1. ANALISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

Tras el trabajo seminal de Farrel (1957), se considera que el origen del modelo Análisis Envolvente de Datos (DEA) es el artículo de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) para rendimientos constantes a escala (DEA-CCR) y ampliado en el artículo de Banker, Charnes y Cooper (1984) a rendimientos variables a escala (DEA-BCC).

El DEA es una técnica de medición de la eficiencia basada en la obtención de una frontera de eficiencia a partir de un conjunto de observaciones, sin necesidad de asumir ninguna forma funcional para la frontera de producción.

El DEA es un método atractivo y extensamente utilizado para la medición de la eficiencia de instituciones sin ánimo de lucro como son las universidades. En la metodología utilizadas para medir la eficiencia se aprecia una amplia gama de modelos, la elección del más conveniente dependerá de su adaptación a las características del estudio que se está realizando.

En este primer momento de la investigación, solo utilizamos el método con rendimientos de escala constantes, CCR, y el de rendimiento variable conocido como BCC que tuvo su origen en el artículo de Banker, Charnes y Cooper de 1984, a continuación se muestra mediante fórmulas ambos modelos.

MODELO BCC (versión envolvente <i>output oriented</i> )	MODELO CCR (versión envolvente <i>output oriented</i> )
$\text{Max } \theta_0 + \epsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^+ + \sum_{r=1}^r s_r^- \right)$ <p>s.a:</p> $\left( \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + s_i^+ \right) = X_{i0} : i = 1, 2 \dots M$ $\left( \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} - s_i^- \right) = \theta_0, Y_{r0} : r = 1, 2 \dots s$ $\left( \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \right)$ $\lambda_j \geq 0 : s_i^+ \geq 0 : s_r^- \geq 0$	$\text{Min } \sum_{i=1}^m U_{ij} X_{ij}$ <p>s.a:</p> $\sum_{k=1}^s U_{kj} Y_{kj} - \sum_{i=1}^m U_{ij} X_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, 2 \dots n)$ $\sum_{k=1}^s U_{kj} Y_{kj} = 1$ $v_{kj} \geq \epsilon \quad k = 1, 2 \dots \dots s$ $u_{ij} \geq \epsilon \quad i = 1, 2 \dots \dots m$

Otra elección que debe realizar el investigador si el análisis tiene una orientación a Input u Output. En este trabajo se emplea el análisis output orientado buscando, dar el nivel de inputs,

al máximo incremento proporcional de los outputs permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción. En este sentido una unidad no puede ser caracterizada como eficiente si es posible incrementar cualquier output sin incrementar ningún input y sin disminuir ningún otro output.

### **3.2. REVISION DE LA LITERATURA**

En los años 80 diversos autores intentan aplicar la metodología DEA a las instituciones de educación superior y desde esa fecha hasta nuestros días, las aplicaciones de la técnica envolvente de datos a la educación superior han sido continúa.

Entre los estudios realizados para evaluar la eficiencia en educación superior empleando la metodología DEA, se puede distinguir el trabajo de Trillo que estudia la eficiencia técnica de los 34 departamentos de la Universidad Politécnica de Catalunya y Murias y evalúa la eficiencia técnica de los 72 departamentos de la Universidad de Santiago de Compostela, contemplando su doble actividad docente e investigadora.

Las primeras investigaciones que intentaban distinguir que tipo de universidades son más eficientes si las públicas o las privadas se puede mencionar alguno de ellos como es el trabajo de Rhodes y Southwick (1993) obtenían que las privadas eran más eficientes, y en cambio Ahn, Charnes y Cooper (1988) alcanzaban la conclusión opuesta, las públicas eran más eficientes, merece la pena destacar que ellos agrupaban las universidades entre aquellas que tenían o no facultades de medicina, justificándolo por su elevado coste. Un ejemplo de investigación que se quiere mencionar en Universidades de España es la investigación de Gómez (2005) que mide la evaluación de la eficiencia productiva en universidades públicas españolas dividiéndolas para homogeneizar la comparación atendiendo a la clasificación de universidades: técnicas, no técnicas y generalista.

En los países de América Latina se aprecian estudios de eficiencia en universidades, empresas, centros de investigación, etc. En la revisión de la literatura se encontró estudio de aplicaciones del DEA en las universidades colombianas y chilenas. Algún ejemplo de trabajo es el que presenta Gonzales, Ramoni y Giampaolo que realiza el análisis de la evolución de los niveles de eficiencia técnica de las universidades estatales en Colombia entre el 2003-2012, Visbal, Martínez y Guijarro estudia la eficiencia de las universidades públicas colombianas en 2012, utilizando la metodología del Análisis de Envelopment de Datos (DEA) y los modelos CCR, BCC y SBM bajo orientación de salida, Cáceres, Kristjanpoller, Tabilo que se centra en la medición de la eficiencia técnica de las Unidades Académicas de una Universidad chilena utilizando el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) y Ramírez: Alfaro estimar la eficiencia de las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas. El trabajo se basa en la técnica de análisis envolvente de datos (DEA) y tiene en cuenta la realidad del sistema universitario chileno.

En el próximo acápite se justificarán la selección de las variables para medir la eficiencia de las universidades de los dos países de estudio.

### **3.3. VARIABLES**

Como se ha indicado, una decisión clave en un proceso de evaluación de la eficiencia es la selección de las variables que van a ser incluidas en la estimación y que actuarán como proxies de los inputs y outputs del proceso productivo universitario. En el momento de selección de las variables surgieron preguntas y discusión sobre qué variables emplear, a partir de los datos que se puede tener acceso. Tras ello, y atendiendo a las consideraciones de otros autores se seleccionaron como proxies de los inputs las variables profesores y matriculados y como output graduados y publicaciones.

Ciertos trabajos que aparecen el outputs graduados (Rhodes y Southwick, 1993; Athanassopoulos y Shale, 1997; Avrikan, 2001) Laureti, Secondi and Biggeri (2014) y el outputs publicaciones Kao and Hung (2008) Kuah and Wong (2011) Chang, Chung and Hsu (2012) García-Aracil (2013), Munoz (2016) y sobre el inputs profesores Rhodes y Southwick (1986, 1993), Sarafoglou y Haynes (1996) y el inputs matriculados Ahn, Charnes y Cooper, 1988; Ahn, Arnold, Charnes y Cooper, 1989

Para el estudio se tomó como referencia el total de estudiantes matriculados y graduados por niveles de formación de pregrado y posgrados, de igual forma el número de docentes equivalentes a tiempo completo y total de artículos en revistas indexadas en Scopus por cada una de las universidades en los dos países seleccionados.

Ligado con lo anterior es necesario seleccionar las universidades públicas en los dos países latinos que se estudian: Colombia y Chile. Para aumentar la homogeneidad, se asumió que existiera en las instituciones programas de pregrado de ingenierías, artes, salud, licenciaturas y programas de posgrado de maestría, doctorado y especialidades, de igual forma el posicionamiento en el Ranking QS University Rankings: América Latina.

### 3.4. FUENTES DE DATOS

Una vez justificadas las variables, en este apartado se indica de donde proviene la información para crear la base de datos que se emplea en los dos países analizados. En el caso de las variables matriculados, graduados y total de profesores, para Chile, se acudió a la web del Consejo Nacional de Educación sus siglas son CNED<sup>2</sup> y para Colombia del Sistema de información y estadística de la educación superior en Colombia <sup>3</sup> y del Ranking de Universidades de América Latina <sup>4</sup> y para la variable publicaciones, se tomó las que se encuentran en la base de datos de Scopus.<sup>5</sup> Los datos de las variables para el 2011 y 2015 en los dos países se comparó para verificar su autenticidad con otras fuentes, por ejemplo, los sitios web de las universidades, ministerios, por correo electrónico.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Educación, Ficha Institucional Comparada, años 2007-2016 Disponible en intranet. <https://www.cned.cl/indices/ficha-institucional-comparada-anos-2007-2016> (2017, 11 de octubre).

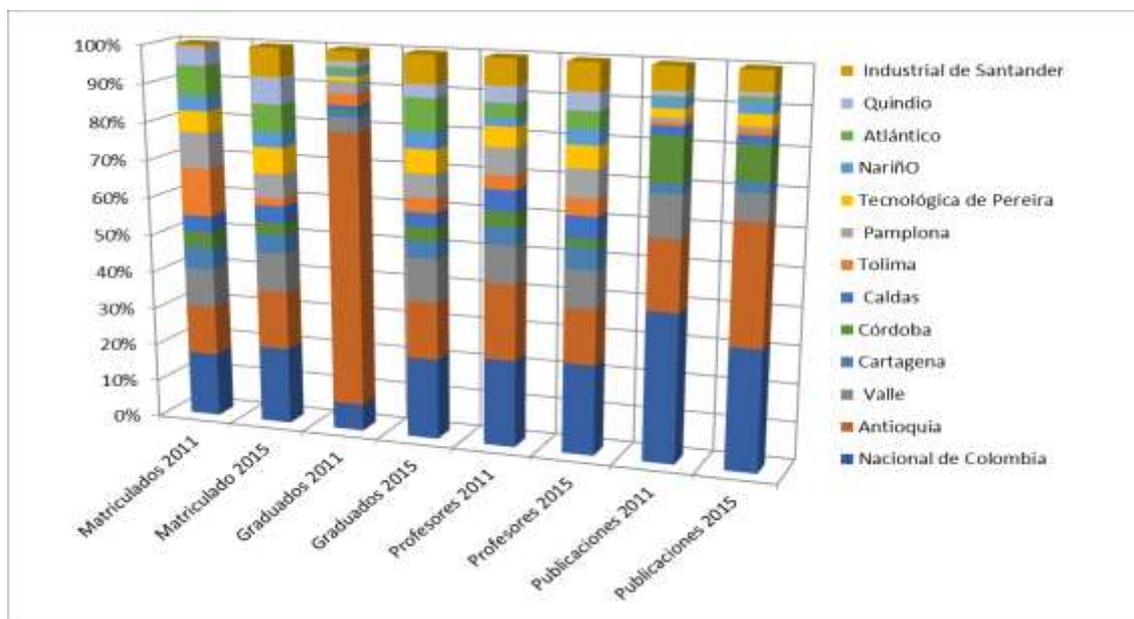
<sup>3</sup> Sistema de información y estadística de la educación superior en Colombia. Disponible en intranet. <https://www.cna.gov.co/1741/article-187649.html>. (2017, 11 de octubre).

<sup>4</sup> Qs University Rankings: Latin America 2016. Disponible en intranet. <https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2016> (2017, 11 de octubre).

<sup>5</sup> Scopus. Disponible en intranet: <https://www.scopus.com.roble.unizar.es:9443/search/form.uri?display=basic> 2017, 11 de octubre

A continuación, se muestra la base de datos en forma de histograma de las universidades y variables seleccionadas para el estudio y la tabla con los datos con la estadística descriptiva:

**Histograma 1: Universidades de Colombia 2011 y 2015**



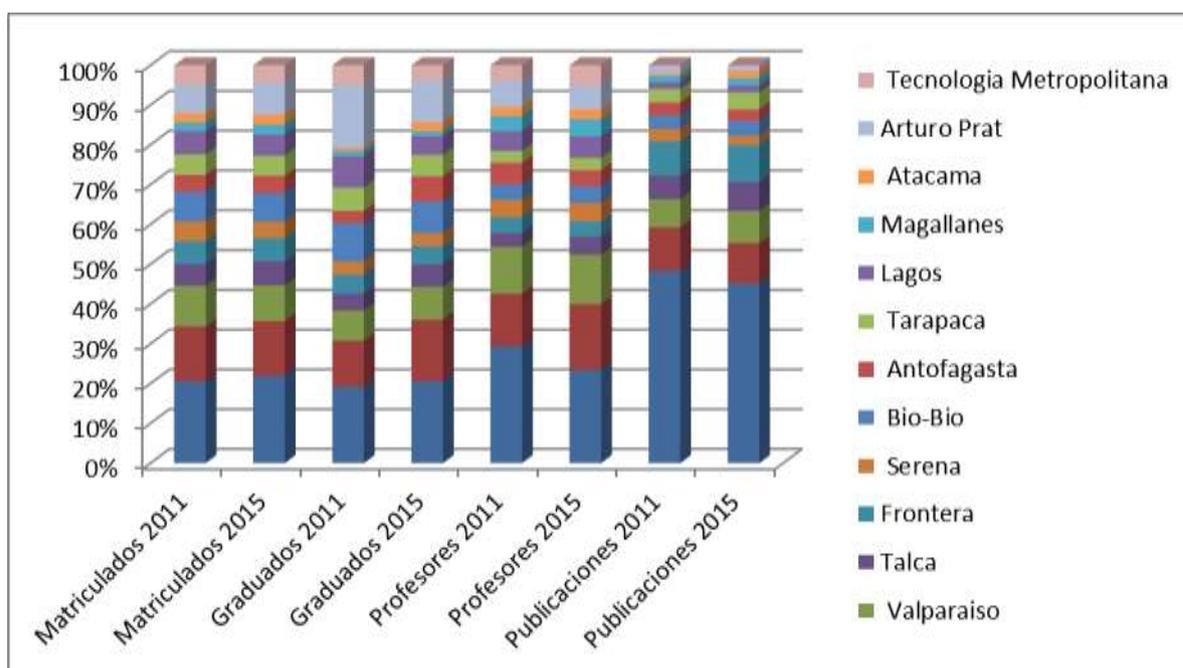
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8: Datos de Estadística Descriptiva de Colombia**

Estadística	Matriculados	Graduados	Profesores	Publicaciones
Mediana	18088	1705	672,5	137,5
Desviación Típica	13198,31326	17540,03834	714,9105387	516,2624685
Promedio	21586	5940,769231	928,8076923	355,5769231
Máximo	53581	93141	2909	1896
Mínimo	1775	739	258	20

Fuente: Elaboración propia

**Histograma 2: Universidades de Chile 2011 y 2015**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9: Datos de Estadística Descriptiva de Chile**

Estadística	Matriculados	Graduados	Profesores	Publicaciones
Mediana	9266,5	1471,5	629	106,5
Desviación Típica	8165,230547	1343,184901	896,2267352	447,6126853
Promedio	11982,5	1867,535714	1006,321429	276,75
Máximo	38417	5544	4045	2098
Mínimo	3487	219	314	11

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, explicada la metodología que se va a utilizar, la versión del paquete estadístico utilizado es la 3.2.2 que se encuentra en lengua inglesa y presentadas las variables, se pasa a aplicar la metodología a cada uno de los países analizados por separado, ya que la propia metodología empleada hasta el momento impide comparar fronteras generadas con valores distintos.

#### 4. RESULTADOS

Se presentan los resultados del análisis de la eficiencia de Universidades Públicas de Colombia y Chile para el 2015, a partir de los modelos CCR y BCC.

##### 4.1. COLOMBIA

En la tabla 10 y 11 se muestra el resultado de las puntuaciones por universidades, en la primera columna se enumeran, en la segunda se aprecia el nombre de cada universidad por nivel de eficiencia, en la tercera los resultados de la aplicación de modelo DEA-BCC, con rendimientos variables a escala, en la cuarta los resultados de la aplicación del modelo DEA CCR con rendimientos constante a escala y en la última la puntuación por escala.

**Tabla 10: Puntuación por universidades 2011**

No	Nombre	DEA CCR 2011	DEA BCC 2011	Escala 2011
1	Universidad de Antioquia	100	100	1
2	Universidad de Córdoba	100	100	1
3	Universidad Industrial de Santander	100	100	1
4	Universidad Nacional de Colombia	75.11	100	0.7511
5	Universidad de Nariño	44.69	100	0.4469
6	Universidad del Valle	44.40	57.66	0.7700
7	Universidad de Tolima	23.91	43.24	0.5529
8	Universidad de Cartagena	22.94	24.33	0.9429
9	Universidad de Caldas	19.21	19.32	0.9943
10	Universidad Tecnológica de Pereira	18.67	18.85	0.9905
11	Universidad de Pamplona	13.78	15.64	0.8811
12	Universidad de Atlántico	12.02	17.70	0.6791
13	Universidad de Quindío	17.11	20.82	0.8218

En el 2011 las universidades de Antioquia, Córdoba e Industrial de Santander son eficientes, según la aplicación del DEA CCR y BCC, en el caso específico de la Nacional de Colombia y la de Nariño son eficientes según el resultado de la aplicación del DEA BCC, el resto de instituciones son ineficientes.

**Tabla 11: Puntuación por universidades 2015**

No	Nombre	DEA CCR 2015	DEA BCC 2015	Escala 2015
1	Universidad de Atlántico	100	100	1
2	Universidad de Córdoba	100	100	1
3	Universidad de Tolima	100	100	1
4	Universidad de Nariño	83.75	84.26	0.9939
5	Universidad del Valle	82.26	97.03	0.8478
6	Universidad de Antioquia	80.26	100	0.8026
7	Universidad Nacional de Colombia	75.57	100	0.7557
8	Universidad Industrial de Santander	75.03	84.00	0.8932
9	Universidad Tecnológica de Pereira	71.00	75.50	0.9404
10	Universidad de Pamplona	69.80	80.21	0.8702
11	Universidad de Cartagena	65.77	70.55	0.9322
12	Universidad de Quindío	39.21	39.92	0.9822
13	Universidad de Caldas	54.83	59.19	0.9263

En el 2015 según los resultados aplicados en el modelo DEA-BCC, con rendimientos variables a escala y del modelo DEA CCR las universidades que son eficientes son: Atlántico, Córdoba y Tolima, y el resto son considerada ineficiente, con lo que se descarta que sean outsiders.

En el siguiente acápite se aplica la metodología del DEA a las Universidades Públicas de Chile.

#### 4.2. CHILE

El resultado de las puntuaciones por universidades se muestra en la tabla 12 y 13, en la primera columna se enumeran, en la segunda se aprecia el nombre de cada organizada por nivel de eficiencia, en la tercera los resultados de la aplicación de modelo DEA-BCC, con rendimientos variables a escala donde se evalúan seis universidades como eficientes, en la cuarta los resultados de la aplicación del modelo DEA CCR con rendimientos constante a escala considerándose seis universidades eficientes, y en la última la puntuaciones por escala.

**Tabla 12: Puntuación por universidades 2011**

No	Nombre	DEA CCR 2011	DEA BCC 2011	Escala 2011
1	Universidad de Arturo Prat	100	100	1
2	Universidad del Bio-Bio	100	100	1
3	Universidad Nacional de Chile	100	100	1
4	Universidad la Frontera	100	100	1
5	Universidad de Tarapacá	93.16	100	0.9316
6	Universidad de Talca	87.40	96.97	0.9048
7	Universidad de Lagos	68.19	73.16	0.9321
8	Universidad de Santiago de Chile	62.04	69.14	0.8673
9	Universidad de Serena	51.51	58.72	0.8772
10	Universidad de Antofagasta	50.80	66.78	0.7607
11	Universidad de Tecnología Metropolitana	50.09	62.95	0.7957
12	Universidad de Atacama	22.94	100	0.2294

En el 2011 según los resultados aplicados en el modelo DEA-BCC, con rendimientos variables a escala y del modelo DEA CCR las universidades que son eficientes son: Arturo Prat, Bio-Bio, Nacional de Chile y la Frontera, y el resto son considerada ineficiente, con lo que se descarta que sean outsiders.

**Tabla 13: Puntuación por universidades 2015**

No	Nombre	DEA CCR 2015	DEA BCC 2015	Escala 2015
1	Universidad de Arturo Prat	100	100	1
2	Universidad de Antofagasta	100	100	1
3	Universidad de Bio-Bio	100	100	1
4	Universidad de Chile	100	100	1
5	Universidad de la Frontera	100	100	1
6	Universidad de Tarapacá	100	100	1
7	Universidad de Talca	93.23	100	0.9323
8	Universidad de los Lagos	60.00	62.67	0.9574
9	Universidad de Santiago de Chile	82.03	100	0.8203
10	Universidad de la Serena	59.53	64.00	0.9301
11	Universidad Tecnología Metropolitana	58.25	58.41	0.9973
12	Universidad de Atacama	68.93	100	0.6893

En el 2015 las universidades de Arturo Prat, Antofagasta, Bio-Bio, Nacional de Chile, la Frontera y de Tarapacá son eficientes, según la aplicación del DEA CCR y BCC, en el caso específico de la Universidad de Talca y la de Santiago de Chile son eficientes según el resultado de la aplicación del DEA BCC, el resto de instituciones son ineficientes.

Se aprecia que para lograr ser eficientes deben mejorar sus enfoques de gestión para poder enfrentar su entorno actual, caracterizado por la masividad de la enseñanza, trazándose estrategias para aumentar la cantidad de estudiantes graduados y publicaciones, esto llevarían

consigo un mejor posicionamiento en los rankings internacionales y a alcanzar el 100 por ciento de la eficiencia.

## 5. CONCLUSIONES

En la literatura consultada se apreció que existe una amplia evidencia a nivel internacional y nacional, tanto teórica como empírica, de la aplicación del DEA para medir la eficiencia en el sector universitario.

En este primer resultado de la investigación, se ha tratado el tema de la eficiencia de algunas universidades estatales de Colombia y Chile, empleando el análisis envolvente de datos (DEA) para el cálculo de la eficiencia tanto con rendimientos constantes como con rendimientos variables a escala (modelos CCR y BCC respectivamente).

En la búsqueda para la creación de base de datos, llevó a los investigadores a seleccionar como inputs el profesorado y el número de matriculados y como outputs los graduados y las publicaciones, con el objetivo de lograr la homogeneidad en los dos países de análisis.

Como resultado se aprecia que en Colombia para el 2011 existen tres universidades eficientes como son la de Antioquia, Córdoba e Industrial de Santander y para el 2015 son eficientes la del Atlántico, Córdoba y Tolima, manteniéndose con buenos resultado y eficiente en los dos años la Universidad de Córdoba y el resto son consideradas ineficiente.

En el caso de Chile para el 2011 las Universidad de Arturo Prat, Bio-Bio, Nacional de Chile y la Frontera son eficientes y para el 2015 las Universidad Arturo Prat, Antofagasta, Bio-Bio, Nacional de Chile, la Frontera y de Tarapacá respectivamente, y el resto son considerada ineficiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arieu, A. (2004). Eficiencia técnica comparada en elevadores de granos de argentina, bajo una aplicación de análisis envolvente de datos. la situación del puerto de bahía blanca. *Universidad Tecnológica Nacional. Consorcio De Gestión Del Puerto De Bahía Blanca*,
- Torrico, F. Pérez, T. Galache, J. Molina y T. y. C. R. Gómez: «Análisis de la eficiencia de las unidades productivas de una Universidad, » Revista electrónica de comunicaciones y trabajos de la Asociación Española de profesores universitarios de matemáticas para economía y la empresa, nº 8, pp. 163- 195, 2007.
- Arnold, V.; Charnes, A. y Cooper, W. W. (1989): "DEA and ratio efficiency analysis for public institutions of higher learning in Texas", *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, 5, págs. 165-185.
- Apple. Qs University Rankings: Latin America 2016. Disponible en intranet. <https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2016>. (2017, 11 de octubre).
- Apple. CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN, Ficha Institucional Comparada, años 2007-2016 Disponible en intranet. <https://www.cned.cl/indices/ficha-institucional-comparada-anos-2007-2016>. (2017, 11 de octubre).
- Apple Scopus. Disponible en intranet:<https://www.scopus.com.roble.unizar.es>. (2017, 11 de octubre).

- Apple. Educación Superior en Iberoamérica, Informe Nacional Chile. Disponible en intranet. <http://www.cinda.cl/wp-content/uploads/2016/11/CHILE-Informe-Final.pdf>(2017, 20 de noviembre).
- Apple. Educación Superior en Iberoamérica, Informe Nacional Argentina. Disponible en intranet. <http://www.cinda.cl/wp-content/uploads/2016/11/ARGENTINA-Informe-Final.pdf>(2017, 20 de noviembre).
- Apple. Educación Superior en Iberoamérica, Informe Nacional Colombia. Disponible en intranet. <http://www.cinda.cl/wp-content/uploads/2016/11/COLOMBIA-Informe-Final.pdf>. (2017, 20 de noviembre).
- Apple. Número de habitantes de los 10 países más poblados de América en el año 2017. Disponible en intranet. <https://www.saberespractico.com/curiosidades/los-10-paises-mas-poblados-de-america/>.(2017, 30 de noviembre).
- D. y. S. E. Athanassopoulos, «Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by Means of Data Envelopment Analysis,» *Education Economics*, vol. 5, nº 2, pp. 117- 134, 1997.
- Casallas, L. A. B. (1956). *La evolución educativa en colombia* Publicaciones Cultural Colombiana.
- Castillo, V. S., Cano, C. A. G., & Polanía, L. R. (2017). La educación superior en colombia: Una cuestión de calidad, no de cantidad. *Revista Criterios*, 23(1)
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Coll, V., & Blasco, O. M. (2000). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos* Juan Carlos Martínez Coll.
- COLOMBIA, DELEGATARIO DEFUNCI NES PRESIDENCIALES. (2010). Ministerio de educación nacional. *Programa De Transformación De La Calidad Educativa*.Recuperado De [Www.Mineduccion.Gov.co/todosaaprender](http://www.Mineduccion.Gov.co/todosaaprender),
- Cortés, A. M. L. (2017). Tendencias de la educación superior en argentina, chile y méxico. *Revista CIFE: Lecturas De Economía Social*, 18(28), 43-70.
- Conferencia Regional de Educación Superior de América Latina y el Caribe (CRES), 2008.
- *Computers & Operations Research*, vol. 21, nº 5, pp. 543- 556, 2014.
- y. P. T. Castrodeza, «Evaluación de la actividad investigadora universitaria: una aplicación a la universidad de Valladolid,» *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 20, nº 1, pp. 29-44, 2012.
- S. Sarrico, S. Hogan y R. y. A. A. Dyson, «Data envelopment analysis and university selection,» *Journal of Operational Research Society*, vol. 48, nº 12, pp. 1163-1177, 1997.
- Mar Molinero, «On the Joint Determination of Efficiencies in a Data Envelopment Analysis Context,» *Journal of the Operational Research Society*, vol. 47, pp. 1273-1279, 1996
- Trillo del Pozo, «La función de distancia: Un análisis de la eficiencia en la universidad,» Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, 2012.
- L. y. S. L. Rhodes, «Variations in public and private university efficiency,» *Public Policy Applications of Management Science*, vol. 7, pp. 145-170, 1993.
- Gazzola, A. L., & Didriksson, A. (2008). *Tendencias de la educación superior en américa latina y el caribe* UNESCO. IESALC.

- Gómez, J. M. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Estudios Gerenciales*, 32(139), 120-126.
- Johnes, J., Johnes, L. P. y A. Thanassoulis E. y Emrouznejad, An exploratory analysis of the cost structure of higher education in England, London: UK: Department for Education and Skills (DES), 2005.
- González, A., Ramoni, J., & Orlandoni, G. (2017). Evaluación de la eficiencia de las universidades estatales colombianas. *Comunicaciones En Estadística*, 10(1), 83-100.
- Hernández Bringas, H. H., Martuscelli Quintana, J., Moctezuma Navarro, D., Muñoz García, H., & Narro Robles, J. (2015). Los desafíos de las universidades de América Latina y el Caribe: ¿qué somos ya dónde vamos? *Perfiles Educativos*, 37(147), 202-217.
- Herrera, M. C. (2017). Historia de la educación en Colombia. La República Liberal y la modernización de la educación: 1930-1946. *Revista Colombiana De Educación*, (26)
- J. E. Beasley, «Determining Teaching and Research Efficiencies,» *Journal of the Operational Research Society*, vol. 46, pp. 441- 452, 2015.
- M. Abbott y C. Doucouliagos, «The efficiency of Australian universities: a Data Envelopment Analysis,» *Economics of Education Review*, vol. 22, p. 22, 2003.
- M. y. L. T. Hanke, «Comparing the Efficiency of Austrian Universities: A Data Envelopment Analysis Application,» *Tertiary Education and Management*, vol. 4, nº 3, pp. 191-197, 1998.
- N. Avkiran, «Investigating technical and scale efficiencies of Australian universities through Data Envelopment Analysis,» *Socio- Economic Planning Sciences*, vol. 22, nº 6, pp. 253-257, 2001.
- López Segrera, F. (2008). Tendencias de la educación superior en el mundo y en América Latina y el Caribe. *Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior (Campinas)*, 13(2), 267-291.
- María Bonilla, Trinidad Casasús, Amparo Medal y Ramón Sala (1996), "Un análisis de la eficiencia de los puertos españoles", Universidad de Valencia.
- Martín, R. (2008). La medición de la eficiencia universitaria: Una aplicación del análisis envolvente de datos. *Formación Universitaria*, 1(2), 17-26.
- Martínez Iñiguez, J. E., Tobón, S., & Romero Sandoval, A. (2017). Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina. *Journal Educational Innovation/Revista Innovación Educativa*, 17(73)
- M. (. Murias, «Metodología de aplicación del Análisis Envolvente de Datos: Evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela,» Universidad Santiago Compostela, 2004
- Otero, A., & Corica, A. (2017). Jóvenes y educación superior en Argentina. Evolución y tendencias. *Revista Interamericana De Educación De Adultos Año 39• Número*, 39(1), 10.
- Paço, C. L., & Pérez, J. M. C. (2012). El uso de la metodología DEA (data envelopment analysis) para la evaluación del impacto de las TIC en la productividad del sector hotelero. *Turismo y Sostenibilidad: V Jornadas De Investigación En Turismo, Sevilla, 17 y 18 De Mayo De 2012*, pp. 245-275.
- Palomares, D., García, A., & Castro-Martínez, E. (2008). Evaluación de las instituciones de educación superior: revisión bibliográfica de sistema de indicadores. *Revista Española de Documentación Científica*, 31(2), 205-229

- Quindós Morán, M., RUBIERA MOROLLÓN, F., & VICENTE CUERVO, M. R. (2003). Análisis envolvente de datos: Una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del principado de asturias.
- Ramos, M. C. P., & Cristina, M. (2003). *Evaluación de la eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con data envelopment analysis (DEA)* DNP.
- Salazar, J. M., & Leihy, P. S. (2017). El largo viaje: Los esquemas de coordinación de la educación superior chilena en perspectiva. *Education Policy Analysis Archives/Archivos Analíticos De Políticas Educativas*, (25), 1-29.
- Sancho, J. M. G., JESÚS, M., & TORRUBIA, M. (2012). La evaluación de la eficiencia de las universidades públicas españolas: En busca de una evaluación neutral entre áreas de conocimiento. *Presupuesto y Gasto Público*, 67(2), 2012.
- Sancho, J. M. G., «La evaluación de la eficiencia productiva de las Universidades Públicas Españolas,» Tesis doctoral Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2005.
- Santana, Y. P. (2017). Análisis envolvente de datos (dea): Una alternativa viable para la evaluación de la eficiencia en universidades ecuatorianas. *Estrategia y Gestión Universitaria*, 4(2), 25-41.
- Somarriba, Arechavala, Noelia, «Aproximación a la medición de la Calidad de Vida Social e Individual en la Europa Comunitaria,» Tesis Doctoral Universidad de Valladolid, Departamento de Economía Aplicada, 2008, 448 páginas. Disponible en internet <http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2010/mnsa/Analisis%20Envolvente%20de20Datos.htm>
- Tünnermann Bernheim, C. (2010). Las conferencias regionales y mundiales sobre educación superior de la UNESCO y su impacto en la educación superior de américa.
- T. Ahn y A. y. C. W. Charnes, «Efficiency characterizations in different DEA models,» *Socio- Economic Planning Sciences*, vol. 22, nº 6, pp. 253-257, 1998.
- Trillo del Pozo, David (1998). El análisis envolvente de datos como técnica de evaluación de la eficiencia de las universidades: una aplicación a la Universidad Politécnica De Cataluña. e-mail: [trillo@correo.crc.ucm.es](mailto:trillo@correo.crc.ucm.es),
- Visbal-Cadavid, D., Martínez-Gómez, M., & Guijarro, F. (2017). Assessing the efficiency of public universities through DEA. A case study. *Sustainability*, 9(8), 1416.
- Z. Sinuany-Stern y A. y. B. A. Mehrez, «Academic departments efficiency via DEA,»
- Villarreal, F., & Tohmé, F. (2017). Análisis envolvente de datos. un caso de estudio para una universidad argentina. *Estudios Gerenciales*, 33(144), 302-308.