



Revista Española de Documentación Científica

39(2), abril-junio 2016, e130

ISSN-L:0210-0614. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2016.2.1320>

ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

Eficiencia en el uso de bases de datos digitales para la producción científica en universidades de Colombia

Julián David Cortés-Sánchez*

*Escuela de Administración de la Universidad del Rosario.

Bogotá, Colombia.

Correo-e: julian.cortess@urosario.edu.co

Recibido: 24-06-2015; 2ª versión: 16-09-2015; Aceptado: 28-09-2015.

Cómo citar este artículo/Citation: Cortés-Sánchez, J.D. (2016). Eficiencia en el uso de bases de datos digitales para la producción científica en universidades de Colombia. *Revista Española de Documentación Científica*, 39(2): e130. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2016.2.1320>

Resumen: Este trabajo presenta una evaluación de eficiencia en el uso de bases de datos digitales (BD) para la producción científica en las universidades colombianas acreditadas en el año 2013. Se empleó como metodología el Análisis Envoltante de Datos (AED). Se emplearon como inputs el número de BD y el número de profesores de tiempo completo (PTC). Como outputs se empleó el número de documentos indexados en Scopus. Los resultados indican ineficiencia en el uso de inputs para la producción de documentos en la mayoría de las universidades analizadas. Como recomendaciones de política, se sugiere la compra conjunta de BD, el uso de recursos de libre acceso, y ajustar las políticas de incentivos para la investigación según tendencias internacionales.

Palabras clave: Cienciometría; bibliometría; análisis envoltante de datos; evaluación de la investigación; capital intelectual; bases de datos; TIC; Colombia.

Efficiency in the use of online databases for scientific production in Colombian universities

Abstract: This paper presents an assessment of efficiency in the use of digital databases (DD) for scientific production in Colombian accredited universities in 2013. The methodology used was the Data Envelopment Analysis (DEA). The number of DD and the number of tenured professors were used as input. The number of scientific publications indexed in Scopus was used as output. The results show an inefficient use of inputs to produce scientific publications at most of the universities analyzed. The policy recommendations are: the joint purchase of DD, the use of open access resources, and to adjust policies of incentives for research by international trends.

Keywords: Scientometrics; bibliometrics; data envelopment analysis; research evaluation; intellectual capital; database; ICT; Colombia.

Copyright: © 2016 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-Non Commercial (by-nc) Spain 3.0.

1. INTRODUCCIÓN

En la Sociedad de la Información y el Conocimiento, el aporte de mayor relevancia por parte de las universidades es la generación de Capital Intelectual (Bleiklie, 2005; Frank y Meyer, 2007; Ramezan, 2011; Välimaa y Hoffman, 2008). En este trabajo, el Capital Intelectual se entiende como los recursos intangibles que han sido formalizados, capturados, y en los cuales se apalanca una organización para la producción de nuevos recursos, bienes o servicios (Edvinsson, 1997; Nahapiet y Ghoshal, 1998; Nonaka, y otros, 2000). De acuerdo con Villaveces y otros (2008), en el plano de las universidades la producción de Capital Intelectual se concreta en la consolidación de redes con otros *stakeholder* y en la producción de documentos (artículos, libros, capítulos de libro, patentes, memorias de conferencias, editoriales, entre otras producciones científicas). Así pues, la disponibilidad de capital financiero en las universidades es imperativa con el fin de apalancar la generación de Capital Intelectual (Bray y Lee, 2000; Huggins, 2008; Powers y McDougall, 2005; Wright, y otros, 2004). Dado que la disponibilidad de capital financiero es restringida en los sistemas de educación superior de los países en vías de desarrollo —y en ocasiones en los países desarrollados— el manejo eficiente de los recursos económicos es una diligencia estratégica (Abbott y Doucouliagos, 2003; Adrian, 1983; Kao y Hung, 2008; López, y otros, 2011; Lampert, 2009; Mingat y Tan, 1986). Por tanto, los estudios para estimar los niveles de eficiencia en los sistemas de educación superior han cobrado relevancia como insumos para la formulación de políticas relacionadas con la optimización en el uso de recursos para incrementar la cobertura, mejorar la calidad de la docencia, el impacto y la pertinencia de la investigación (Melo, y otros, 2014).

Los estudios sobre eficiencia¹ en la educación superior han surcado cuatro senderos: (1) Política pública (Geva, 2001); (2) Universidades, a nivel agregado o individual (Ahn, y otros, 1988; Arcelus y Coleman, 1997; Chen y Chen, 2011; Johnes, 2006a, 2006b; Sarrico y Dyson, 2000; Taylor y Harris, 2004); (3) Departamentos académicos y unidades de investigación (institutos, centros, grupos, entre otros) (Agasisti, y otros, 2012; Beasley, 1995; Johnes y Johnes, 1992; Krhonen, y otros, 2001; Leitner, y otros, 2007; Sinuany, y otros, 1994; Wang y Guan, 2005); y (4) Bibliotecas universitarias (Abramo, y otros, 2008; Kao y Lin, 1999; Reichmann y Sommersguter, 2010; Simon, y otros, 2011). Como se observa, la literatura internacional es sustancial, sin embargo, en el contexto del sistema de educación colombiano, estos estudios se han concentrado principalmente en la formación básica y la educación media (Melo, y otros, 2014).

El mayor desafío que enfrenta actualmente el Sistema de Educación Superior Colombiano (SESC), es replantear su naturaleza y las modalidades de sus funciones sustantivas (docencia, investigación y extensión) así como su proyección hacia las dinámicas de globalización impulsadas por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Esto reside en la necesidad de reformar la Ley 30 de 1992 por la cual se organizó el servicio público de la educación superior en Colombia ya que han transcurrido más de dos décadas desde su promulgación y el escenario tanto regional como internacional de la educación superior ha cambiado radicalmente (Navaz, 2013).

Luego, son múltiples las restricciones que constituyen este problema. Se mencionan dos a manera ilustrativa. La primera restricción está relacionada con la cobertura y la calidad. Durante el período 2002-2010 la cobertura aumentó de 24% a 37%, un incremento relativamente insuficiente si se tiene en cuenta que el promedio de la cobertura en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) es del 60% (Gaviria, y otros, 2013). Con relación a la calidad, de 348 instituciones de educación superior (instituciones técnicas, tecnológicas, y universidades) el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) solo ha acreditado 38 (10%) (Sistema Nacional de Instituciones de Educación Superior - SNIES, 2015; CNA, 2015). En un plano comparativo internacional, según *QS University Rankings*² solo hay tres universidades colombianas dentro de la lista de las primeras 500: La Universidad de los Andes (puesto 262), la Universidad Nacional (puesto 316), y la Pontificia Universidad Javeriana (puesto 347) (*QS University Rankings*, 2015). La segunda restricción está relacionada con la financiación. Según Caballero y Herrera (2013), durante el período 2000-2011 el gasto en educación superior como porcentaje del PIB disminuyó de 1,15% a 0,95%. Para resumir, en el SESC las debilidades persisten, nuevas problemáticas emergen, y los recursos económicos para hacer frente a ello son cada vez más escasos. Por estas razones, ampliar y profundizar el espectro de estudios sobre eficiencia en el SESC es una tarea pertinente en diversos escenarios.

Como se mencionó anteriormente, a nivel nacional los estudios sobre eficiencia en el sector educativo se han concentrado mayoritariamente en la formación básica y media. En la educación superior, los exigüos estudios sobre la situación nacional se han concentrado en dos líneas: (1) Política pública; y (2) Departamentos y otras unidades de investigación. En la primera línea, Melo y otros (2014) evalúan el impacto positivo de variables asociadas a la formación docente y a la infraestructura de las instituciones de educación superior sobre el logro académico

de los estudiantes en las pruebas *Saber Pro*. En la segunda línea, Ruiz y otros (2009) brindan un diagnóstico de eficiencia de la producción científica por parte de grupos de investigación del país teniendo en cuenta variables relacionadas con su antigüedad y el número de investigadores vinculados.

Sobre la base de estos estudios, este trabajo busca contribuir a la línea relacionada con la eficiencia de la investigación en las universidades colombianas acreditadas por el CNA. La revisión de literatura internacional sobre esta línea, encuentra dos variables omnipresentes: (1) El número de profesores o investigadores; y (2) Los resultados de investigación o documentos. Por otro lado, se identifica la ausencia de una variable de suma importancia para el contexto actual de la investigación científica: las TIC (Wang, y otros, 2007; Wuchty, y otros, 2007).

Según el Banco Mundial (s.f.), las TIC son el conjunto de *hardware*, *software*, redes y medios empleados para la recolección, almacenamiento, procesamiento, transmisión, y presentación de datos, información, conocimiento, servicios, y aplicaciones. Haciendo un símil con la Ley de Moore, el número de escenarios de la vida humana en donde las TIC tienen mediación, entre ellas la investigación científica, crece de manera exponencial (Kurzweil, 2006). Por tanto, este estudio se enfocará a las bases de datos digitales (BD) que, en la actualidad, son las vías por las cuales los investigadores tienen acceso a la información científico-tecnológica requerida para llevar a cabo sus actividades.

Con todo lo anterior, este estudio tiene el objetivo de evaluar la eficiencia en el uso de las BD consultadas para la producción científica por parte de las universidades colombianas acreditadas por el CNA. Construyendo sobre los avances identificados en la literatura, este trabajo aporta en tres frentes: (1) Se presenta un panorama del inventario de las BD de las universidades colombianas acreditadas; en la búsqueda de literatura no se encontró un aporte similar, por tanto, este estudio avanza significativamente en este sentido; (2) Se presenta una evaluación relativa de eficiencia en el uso de estas BD por parte de los profesores con dedicación de tiempo completo y con contrato a término indefinido empleando el Análisis Envolvente de Datos, siendo esta técnica la de mayor uso en la literatura para llevar a cabo evaluaciones de eficiencia; y (3) Se presenta una descripción actualizada de la producción científica de documentos indexados en Scopus por parte de las universidades acreditadas colombianas durante el período de 1996-2012.

En suma, este estudio tiene el potencial de emplearse como herramienta para optimizar la inversión de las universidades colombianas acreditadas para la investigación, ya que las entidades que definen cuáles instituciones de educación superior pueden hacer investigación bajo los parámetros que define el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), como la Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (Conaces) y el CNA, no poseen en la actualidad instrumentos para hacer evaluaciones de esta índole (Cardona, 2015).

Este estudio sigue la siguiente estructura: después de esta introducción, se presenta la metodología, la muestra de universidades estudiadas, y las fuentes adicionales consultadas. Luego, se presenta el análisis de resultados. Por último, se discuten las conclusiones del estudio, se plantean las recomendaciones, y se esbozan estudios futuros en esta línea.

2. METODOLOGÍA

2.1. Análisis Envolvente de Datos

El Análisis Envolvente de Datos (AED) es una técnica basada en programación lineal para medir el desempeño relativo de unidades de toma de decisión (DMU por su sigla en inglés) en donde la presencia de múltiples insumos (*inputs*) y resultados (*outputs*) dificulta la comparación de su eficiencia relativa (Boussofiane, y otros, 1991; Charnes, y otros, 1979). En este estudio se aplicará la extensión Charnes, Cooper y Rhodes (CCR). Esta extensión tiene dos orientaciones: (1) A los productos (CCR-*Outputs*); o (2) A los insumos (CCR-*Inputs*). La primera orientación busca maximizar los resultados con los mismos insumos. La segunda orientación busca reducir los insumos para mantener los resultados (Ruiz, y otros, 2010). Este estudio sigue la primera orientación.

Charnes y otros (1979), propusieron que la medida de eficiencia de toda DMU se obtiene al obtener el máximo de una proporción entre resultados e insumos ponderados sujeta a la condición de que las proporciones similares de cada DMU deben ser menos o igual a la unidad. De este modo, se generaliza la definición de la proporción clásica de la ingeniería: *single-output/single-input* a una forma de: *multiple-outputs/multiple-inputs*, sin que se requiera la asignación de pesos *a priori*. En este sentido, el modelo se plantea formalmente así:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad \text{sueto a:} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; \quad j = 1, \dots, n.$$

$$v_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

Fuente: Charnes, y otros, 1979, pág. 429.

En donde y_j, x_j (todos positivos) son los insumos y resultados conocidos de las DMU analizadas (j); y que $u_p, v_i \geq 0$ son las variables ponderadas a ser determinadas al solucionar el problema. Los datos empleados para el modelo son *ex-post* y pueden ser hipotéticos o empíricos (Cook, 1999; Cook y Seiford, 2009). La eficiencia de cada uno de los integrantes de las DMU ($j = (1, \dots, n)$) es evaluado relativamente a los otros. De tal modo, el índice de eficiencia que se extraerá para cada DMU es de 0 a 1, siendo las DMU con índice 1 las que delimiten la frontera de eficiencia.

2.2. Muestra y datos

La muestra de DMU definidas para este estudio son las universidades colombianas con acreditación institucional de alta calidad, otorgada por el CNA. Al momento de elaborar este estudio, el CNA había acreditado 27 universidades (Ver Tabla I). Fueron seleccionadas estas universidades por cuatro razones. La primera, porque estas universidades llevaron a cabo un proceso de autoevaluación en donde se tienen como criterios de calidad la articulación entre la misión, los objetivos, y la orga-

Tabla I. Universidades acreditadas en Colombia, número de bases de datos, número de profesores de tiempo completo, y documentos indexados en Scopus

Universidades acreditadas por el CNA	Inputs		Output
	BD	PTC	Acervos
Universidad de los Andes	123	595	431
Universidad Industrial de Santander	101	54	135
Universidad Nacional de Colombia	52	2.245	967
Universidad ICESI	20	128	36
Universidad Tecnológica de Bolívar	19	108	11
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	8	1.045	39
Universidad de Caldas	19	521	72
Universidad Autónoma de Occidente	21	222	37
Universidad EAN	52	107	2
Universidad Jorge Tadeo Lozano	40	191	20
Universidad de Medellín	34	261	14
Universidad Sergio Arboleda	42	201	20
Universidad Externado de Colombia	35	372	12
Universidad Santo Tomás	32	869	7
Universidad de Cartagena	43	380	54
Universidad Pontificia Bolivariana	44	825	115
Universidad Autónoma de Bucaramanga	62	257	21
Universidad de la Sabana	88	249	49
Universidad de Antioquia	68	1.357	532
Universidad EAFIT	58	318	80
Universidad de la Salle	52	355	15
Universidad del Cauca	52	685	36
Universidad Tecnológica de Pereira	57	406	54
Universidad del Norte	100	342	87
Universidad del Rosario	190	295	87
Universidad del Valle	126	832	285
Pontificia Universidad Javeriana	160	1.457	195

Fuente: CNA, 2014; encuesta diligenciada por los directores de biblioteca, 2014; SNIES 2013; y Scopus, 2013.

nización de la institución como un todo (Gaviria, y otros, 2013). La segunda, porque estas universidades generan cerca del 80% de la producción científica nacional (Bucheli, y otros, 2012). La tercera, porque la mayoría de profesores con doctorado en el país están vinculados a estas instituciones (Langebaek, 2013). Y la cuarta, porque más del 50% de inversión nacional en Investigación y Desarrollo (I+D) está concentrada en las universidades.

Los insumos definidos para el AED, son dos: (1) el número de BD (documentos académicos digitales disponibles a través del sistema de bibliotecas de cada universidad); y (2) el número de profesores con dedicación de tiempo completo con contrato a término indefinido (*tenured*) (PTC) (Ver Tabla I). Para conocer el número de BD, se envió un formulario a los directores de bibliotecas de las universidades de la muestra. Esta consulta se llevó a cabo a mediados del 2014. Para conocer el número de PTC se consultó el Sistema Nacional de Instituciones de Educación Superior (SNIES). El número de PTC corresponde al 2013. Se definieron estos dos insumos pues en la actualidad las BD son las fuentes más consultadas por los PTC, siendo estos los encargados de llevar a cabo actividades de investigación, docencia, y extensión (Gutiérrez, 2013; Villaveces, y otros, 2008).

Los resultados definidos para el AED, son los documentos generados por las universidades acreditadas indexados en Scopus en el año 2013 (Ver Tabla I). Se eligió Scopus pues es la BD de documentos indexados más completa en el mercado (Elsevier, s.f.). Se tuvieron en cuenta los documentos de todas las disciplinas (Ciencias de la Salud, Ciencias de la Vida, Ciencias Físicas y Ciencias Sociales). También se tuvieron en cuenta todos los tipos documentos (Artículos, revisiones, artículos en prensa, libros, capítulos de libro, artículos de conferencia, memorias de conferencia, cartas, editoriales, notas, estudios cortos, artículos sobre negocios o prensa y errata).

3. RESULTADOS

En primera instancia, se presenta un panorama regional sobre el desempeño de Colombia en términos de producción científica indexada en Scopus durante el período 1996-2013 (Tabla II). Posteriormente, se presenta una descripción de la afiliación nacional de los autores de los documentos para el 2013 (Figura 1). Después, se presenta la evolución de la productividad científica de las diez universidades con mejor desempeño desde 1996 hasta 2012 (Figura 2). Luego, se presenta una perspectiva general sobre los documentos en función de su disciplina y categoría

Tabla II. Primeros diez países en el escalafón de producción científica en América Latina

Posición	País	Documentos	Documentos citables	Citaciones	Autocitaciones	Citaciones por documento	Índice H
1	Brasil	529.841	510.194	4.164.813	1.415.014	10,98	342
2	México	188.449	181.539	1.642.228	350.720	10,91	261
3	Argentina	131.915	126.594	1.416.615	305.731	12,53	249
4	Chile	79.084	76.290	842.308	161.604	14,36	214
5	Colombia	43.554	41.874	298.443	46.795	11,56	151
6	Venezuela	29.576	28.650	242.086	33.370	9,1	141
7	Cuba	27.139	26.186	147.685	31.514	6,35	106
8	Puerto Rico	12.048	11.696	179.252	12.899	16,77	141
9	Uruguay	10.815	10.379	130.755	18.620	15,52	114
10	Perú	10.584	9.929	124.485	13.601	16,5	126
	Media	106.300.50	102.333.10	918.867	238.986.80	12,46	184,50
	Mediana	36.565	35.262	270.264.50	40.082.50	12,05	146
	Moda	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Desviación estándar	160.133.54	154.194.31	1.271.477.91	431.882.71	3,36	78,28
	Máximo	529.841	510.194	4.164.813	1.415.014	16,77	342
	Mínimo	10.584	9.929	124.485	12.899	6,35	106

Fuente: SCImago - *Journal & Country Rank*, 2013.

para 2013 (Figura 3 y 4). Finalmente, se presenta el resultado del AED (Tabla III). En este orden de ideas, la Tabla II presenta los diez primeros puestos en el escalafón de producción científica en América Latina.

Desde finales de la década de los 90, el porcentaje de participación de Colombia en la producción científica regional ha venido experimentando un crecimiento sostenido. Según las mediciones del SCImago (2013), en 1996 Colombia producía el 2.5% de los documentos indexados en Scopus de América Latina. En 2013, este porcentaje llegó al 6%, con una tasa de crecimiento anual promedio del 5.7%. Otro de los aspectos a resaltar es la alta colaboración internacional de las universidades del país, la cual supera el promedio regional, sin embargo, demuestra una tendencia a la baja. Como se observa en la Tabla II, la trayectoria de Colombia ha tomado un camino ascendente hacia los primeros cinco puestos regionales del *Top* diez en producción científica liderado por Brasil, México, Argentina y Chile en las primeras cuatro posiciones, seguido de Venezuela, Cuba, Puerto Rico, Uruguay y Perú. Sin embargo la brecha con el primer lugar es elevada: La producción acumulada de Brasil durante el período 1996-2013 equivale a doce veces la de Colombia.

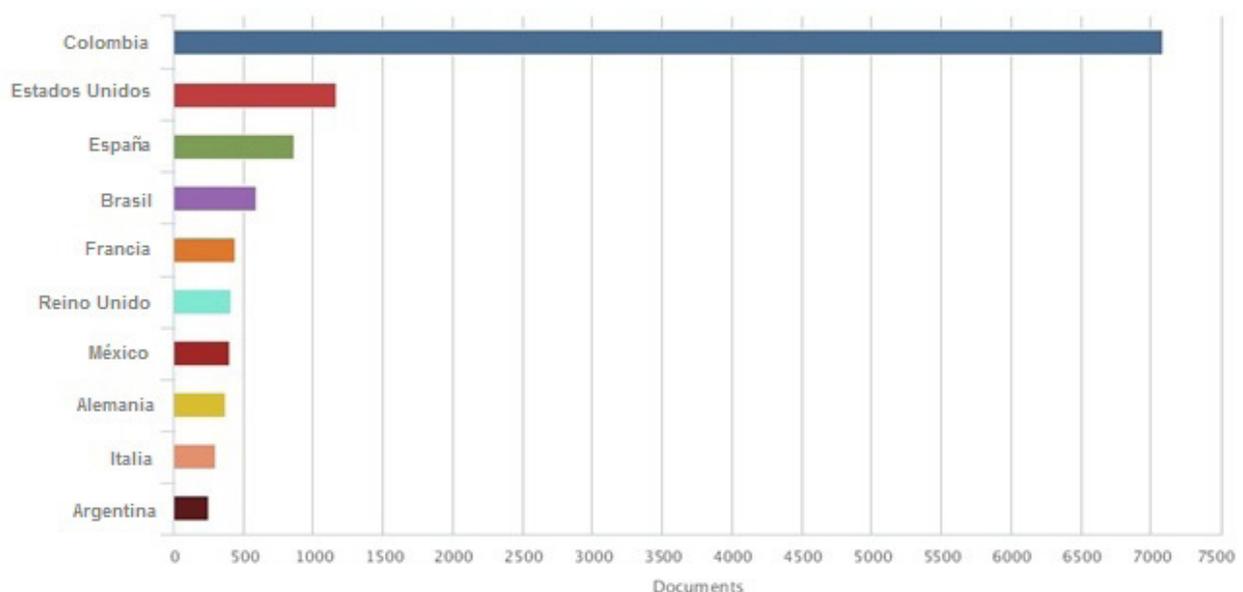
Como se observa en la Figura 1, en el 2013 se encuentran indexados 7.084 documentos en Sco-

pus en donde al menos uno de los autores tiene afiliación a una entidad Colombiana, seguido de EE.UU. con 1.116 y España con 866. De esto se puede inferir que los socios en producción científica del país están ubicados en Norte América y Europa, en un grado notablemente mayor a la colaboración que mantiene con países de América Latina como Brasil (4º lugar), México (7º lugar) o Argentina (10º lugar).

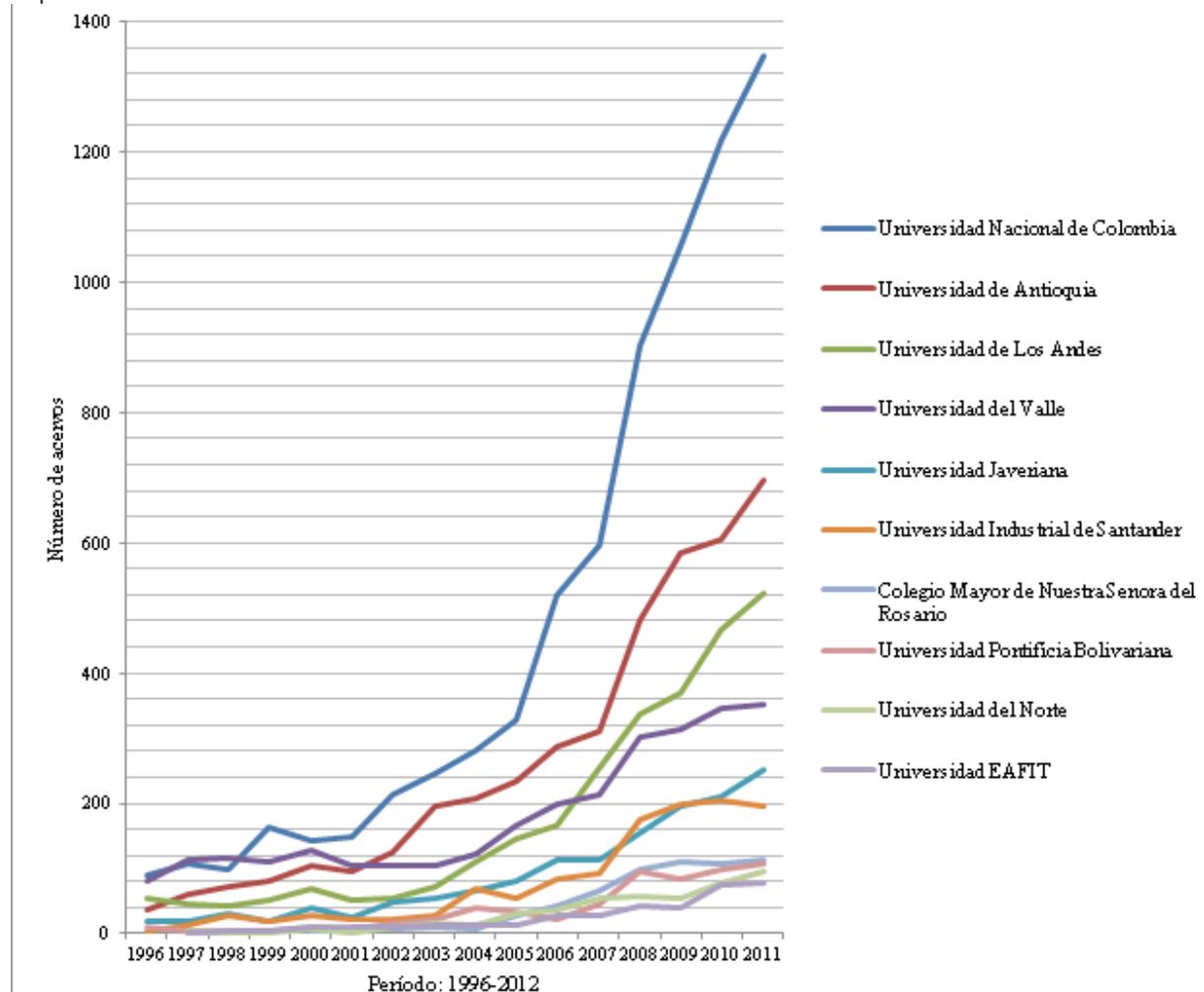
Como se observa en la Figura 2, la Universidad con mayor producción acumulada de documentos indexados en Scopus durante el período 1996-2012 es la Universidad Nacional con 8.952, seguida de la Universidad de Antioquia con 4.897 y la Universidad de los Andes con 3.420. El incremento promedio anual de las universidades de la muestra durante el período 1996-2014 fue del 10%, con un pico de producción en 2012 con 4.854 documentos. Si bien el desempeño global de las universidades estudiadas es ascendente, está jalonado por unas pocas universidades. Las primeras cinco universidades en producción de documentos, concentran el 74% de la producción total de documentos durante el período 1996-2014.

Como se observa en la Figura 3, la disciplina con mayor cantidad de documentos generados fue medicina con 1.995 (28%), seguida de ingeniería con 1.260 (17,8%), y agricultura y ciencias biológicas con 1.046 (14,8%). Por otro lado, la producción en

Figura 1. Afiliación nacional de los autores de los documentos en 2013



Fuente: Scopus, 2013.

Figura 2. Producción de las diez universidades acreditadas con mayor producción de documentos durante el período 1996-2012

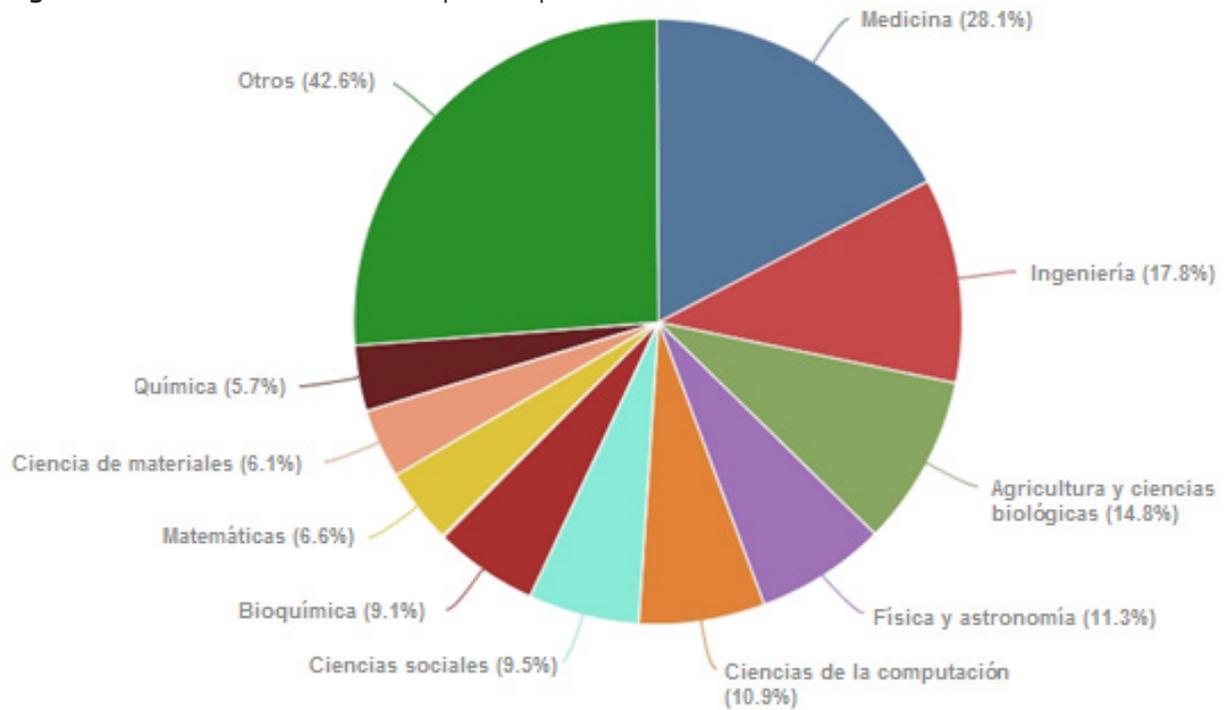
Fuente: Scopus, 2012.

ciencias sociales fue de 676 documentos (9.5%) quedando en el sexto lugar. Entonces, es posible inferir que el 74% de la producción científica de Colombia en el 2013 fue generada en disciplinas como la medicina, la ingeniería, la agricultura, ciencias de la vida, física, astronomía, y ciencias de la computación.

Como se observa en la Figura 4, la mayor cantidad de documentos producidos corresponde a la categoría de artículos con 5.119 (72,2%), seguido de artículos de conferencia con 1.236 (17.4%), y revisiones con 306 (4.3%). La Tabla III presenta el índice de eficiencia. Es de importancia recalcar que el índice de eficiencia que se extrajo a partir del AED para cada DMU va de 0 a 1, siendo las DMU con índice 1 las que delimitan la frontera de eficiencia.

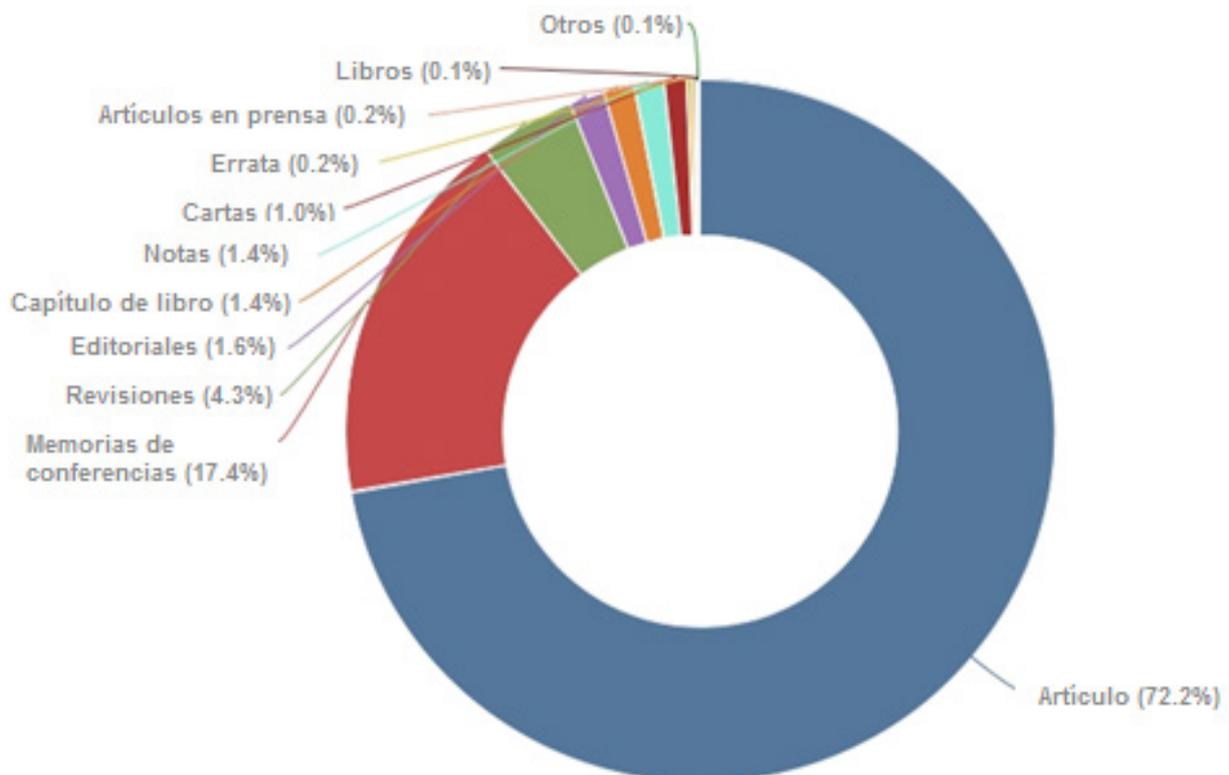
Como se observa en la Tabla III, la Universidad con más BD es la Universidad del Rosario con 190. La Universidad con menos BD es la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia con 8. La media es de 52 BD, luego, el 40% de las universidades de la muestra están por encima de esta media. La Universidad con más PTC es la Universidad Nacional de Colombia con 2.245. La Universidad con menos PTC es la Universidad Industrial de Santander con 54. La media es de 543,6, luego, el 33% de las universidades de la muestra están por encima de esta media. La Universidad con mayor producción de documentos es la Universidad Nacional de Colombia con 967. La Universidad con menor producción es la Universidad EAN con 2. La media de documentos es de 126,4, luego, el 22% de las universidades de la muestra están por encima de esta media. En

Figura 3. Producción de documentos por disciplina



Fuente: Scopus, 2013.

Figura 4. Producción por tipo de documentos



Fuente: Scopus, 2013.

Tabla III. Resultados del AED desarrollado a las universidades acreditadas por el CNA

Universidades acreditadas por el CNA	Inputs		Output	Eficiencia
	BD	PTC	Acervos	
Universidad de los Andes	123	595	431	1
Universidad Industrial de Santander	101	54	135	1
Universidad Nacional de Colombia	52	2.245	967	1
Universidad ICESI	20	128	36	1
Universidad Tecnológica de Bolívar	19	108	11	1
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	8	1.045	39	1
Universidad de Caldas	19	521	72	0,91
Universidad Autónoma de Occidente	21	222	37	0,9
Universidad EAN	52	107	2	0,85
Universidad Jorge Tadeo Lozano	40	191	20	0,55
Universidad de Medellín	34	261	14	0,55
Universidad Sergio Arboleda	42	201	20	0,53
Universidad Externado de Colombia	35	372	12	0,51
Universidad Santo Tomás	32	869	7	0,48
Universidad de Cartagena	43	380	54	0,44
Universidad Pontificia Bolivariana	44	825	115	0,41
Universidad Autónoma de Bucaramanga	62	257	21	0,4
Universidad de la Sabana	88	249	49	0,39
Universidad de Antioquia	68	1.357	532	0,37
Universidad EAFIT	58	318	80	0,37
Universidad de la Salle	52	355	15	0,36
Universidad del Cauca	52	685	36	0,34
Universidad Tecnológica de Pereira	57	406	54	0,33
Universidad del Norte	100	342	87	0,3
Universidad del Rosario	190	295	87	0,29
Universidad del Valle	126	832	285	0,18
Pontificia Universidad Javeriana	160	1.457	195	0,12
Media	62,9	543,6	126,41	0,58
Mediana	52	355	49	0,48
Moda	52	N/A	36	1
Desviación estándar	44,7	503,2	211,73	0,3
Máximo	190	2245	967	1
Mínimo	8	54	2	0,12

Fuente: CNA, 2014; encuesta diligenciada por los directores de biblioteca, 2014; SNIES 2013; y Scopus, 2013.

síntesis, las universidades de la muestra presentan una asimetría entre la disponibilidad de *inputs* (BD y PTC) y *outputs* (documentos). Esto es evidente por las amplias desviaciones estándar. Adicionalmente, en ninguno de los tres casos (BD, PTC, documentos) al menos el 50% de las

universidades de la muestra alcanzó a estar por encima de la media.

Por otro lado, la media del índice de eficiencia (0,58) es mayor a la mediana (0,48). Esto significa que la distribución de los datos no es simétrica y está

sesgada positivamente. Entonces, las universidades con mayor índice de eficiencia que la media son menos frecuentes en la muestra (Johnson & Christensen, 2008, pp. 474-475). Las seis universidades que delimitaron la frontera de eficiencia fueron la Universidad de los Andes, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad ICESI, la Universidad Tecnológica de Bolívar, y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (22% de la muestra). Tres universidades obtuvieron un índice de eficiencia mayor a 0,80, la Universidad de Caldas, la Universidad Autónoma de Occidente, y la Universidad EAN (11% de la muestra). Las restantes 18 universidades (69% de la muestra) obtuvieron un índice de eficiencia inferior o igual a 0,55. Por debajo de este índice de eficiencia, la mayoría de universidades, equivalente a siete (26% de la muestra), se encuentra en el intervalo entre 0,39 y 0,30 (Ver Figura 5).

Se identifican casos críticos de universidades con un alto grado de factores para la producción científica y que, sin embargo, tienen un desempeño relativo ineficiente. Este es el caso de la Pontificia Universidad Javeriana y de la Universidad del Valle. Ambas poseen un inventario de BD sustancialmente mayor a la media, y un número de PTC considerablemente mayor a la mediana, y a pesar de que su producción de documentos esté por encima de la media, su desempeño relativo frente a las DMU que definieron la frontera de eficiencia como la Universidad Industrial de Santander, la Universidad Tecnológica de Bolívar o la Universidad ICESI,

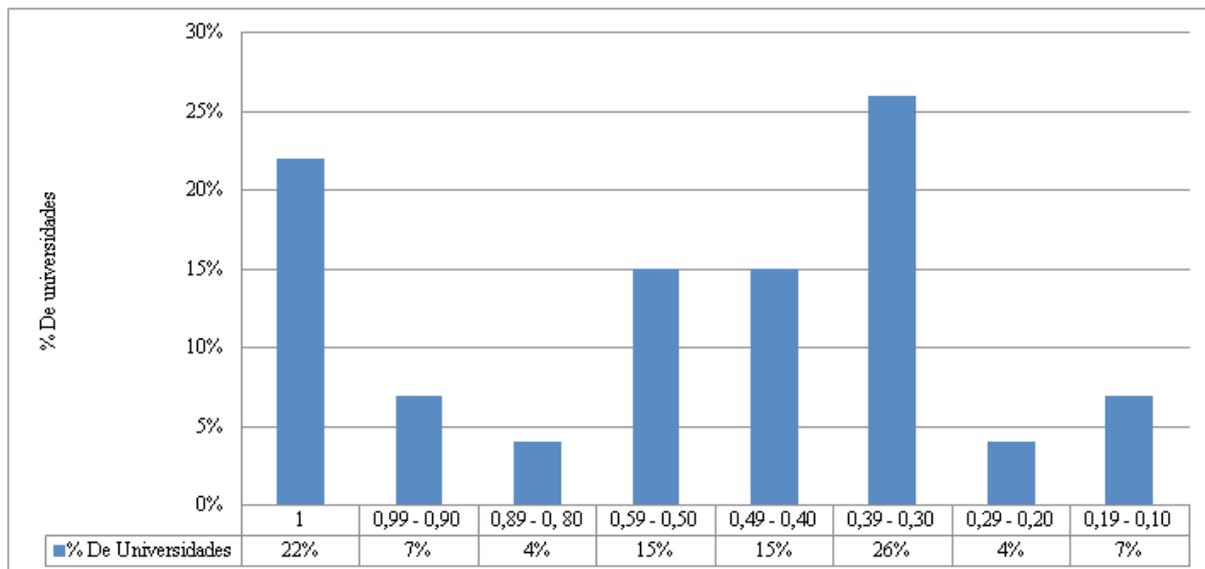
no están haciendo un óptimo uso de sus recursos para la producción de documentos.

En síntesis, se evidencia una polarización en el uso eficiente de BD por parte de PTC para la producción de documentos. Mientras 6 (22%) de las universidades acreditadas en el país hacen un uso eficiente de los recursos para el avance de la producción científica, más del doble —14 (53%)— se encuentra entre el 3º y 4º cuartil. En otras palabras, la relación entre los recursos humanos y los recursos de información científico-tecnológica, y la producción de documentos, es débil. Además, no hay un uso eficiente de estos recursos en general.

4. CONCLUSIONES

La generación de conocimiento por parte de las universidades es una estrategia pilar para el progreso de la Sociedad de la Información y el Conocimiento. En el caso colombiano, se identifican diversas restricciones que obstaculizan el avance del SESC en este sentido, entre ellas, restricciones en la cobertura, la calidad, y el presupuesto. En este sentido, es primordial hacer un uso óptimo de los recursos disponibles para la investigación científica. Ahora bien, la disponibilidad de insumos que brinden información para la toma de decisiones basadas en la evidencia es restringida. Este estudio contribuye a este vacío a través de una evaluación de eficiencia en el uso de BD para la producción científica por parte de las universidades colombianas acreditadas, empleando como metodología el AED.

Figura 5. Porcentaje de universidades acreditadas colombianas ubicadas en los intervalos del índice de eficiencia



Fuente: Tabla III.

En América Latina, Colombia ha tenido un desempeño relativamente destacado. El país incrementó su participación en la producción científica regional de 2.5% en 1996 a 6% en 2013, ocupando así el quinto lugar dentro del *Top* diez de los países con mayor producción. No obstante, los países que le siguen en el escalafón se encuentran a una distancia significativa: Chile, el cuarto país del escalafón, tiene una producción acumulada que se acerca al doble de la de Colombia, y Brasil, el primero del escalafón, tiene una producción acumulada equivalente a doce veces.

Con relación a los coautores de los documentos generados por investigadores afiliados a entidades nacionales, la mayoría se encuentra en EE.UU. y España, por encima de la colaboración con países de la región como Brasil, México o Argentina. En un plano más detallado sobre la producción científica nacional por parte de las universidades acreditadas, también se identifica un progreso remarcable en conjunto que, sin embargo, presenta una alta concentración de desempeño. El incremento promedio anual de las universidades acreditadas durante el período 1996-2014 fue del 10%, aunque, fueron cinco universidades las que generaron el 74% de los documentos. En cuanto a las áreas de conocimiento, la de mayor producción es medicina, seguida de ingeniería, y agricultura y ciencias biológicas. Frente a los tipos de documentos, la mayoría se concentra en artículos científicos, seguidos de artículos de conferencia, y revisiones.

Respecto a la evaluación de eficiencia en el uso de base de datos para la producción científica, su horizonte es asimétrico. De manera agregada, la sumatoria de PTC de las 27 universidades de la muestra es de 14.677, de los cuales, la mitad de universidades agrupan el 81%. Esto exhibe una evidente concentración. Frente a la propiedad en el número de BD, solo el 40% de las universidades de la muestra está por encima de la media (52). Con relación a la producción de documentos, apenas el 22% de las universidades de la muestra está por encima de la media (543,6). Respecto al índice de eficiencia, solo el 33% de las universidades de la muestra estuvo por encima de la media (0,58).

Como punto de referencia, seis de las 27 universidades de la muestra emplean de manera eficiente tanto las bases de datos como su cuerpo de investigadores para la generación de documentos. Por último, se observó que 14 de las 27 universidades se encuentran en el 3º y 4º cuartil de eficiencia, en donde universidades con recursos suficientes para tener el desempeño de las DMU que pactaron la frontera de eficiencia, apenas alcanzan un índice de desempeño del orden del 0,18 e incluso menos. En otras palabras, la rela-

ción entre los recursos humanos y los recursos de información científico-tecnológica, y la producción de documentos, es débil. Además, no hay un uso eficiente de estos recursos en general.

Bajo esta perspectiva, este trabajo sugiere tres recomendaciones. La primera está relacionada con la adquisición conjunta de BD, la segunda con la intensificación de uso de recursos de acceso abierto (*Open-Access*), y la tercera con la formulación alternativa de políticas de incentivos para la investigación. La primera recomendación tiene como objetivo desplegar estrategias alternativas para optimizar la inversión en bancos de información científica de calidad, de cara a un oligopolio por parte de las editoriales académicas de mayor prestigio (Larivière, y otros, 2015). En una columna escrita por John Bohannon y publicada en la revista *Science* (2014), se mencionan estudios de caso de universidades estadounidenses que han pagado cuantiosas sumas de dinero por la adquisición de bases de datos de editoriales prestigiosas, sumas que han sido discriminadas de acuerdo a la universidad que las adquiere. También se menciona que varias de estas editoriales no pagan por la escritura, revisión de pares o control de calidad, no obstante, sus ganancias superan el 35% sobre el precio de venta. Un caso extremo es el de un editorial que demandó a una universidad por revelar el precio pagado por la adquisición de bases de datos.

Retomando los resultados de la encuesta hecha a los directores de biblioteca, estos afirmaron que ninguna de las universidades de la muestra respondió que la adquisición de sus bases de datos era conjunta. Luego, una estrategia como la adquisición conjunta de BD permitiría optimizar los recursos financieros, aumentar la cantidad y diversidad de estos recursos, y además podría convertirse en una asociación que actúe en virtud del progreso de la investigación en el país y que llegue a mutuos acuerdos de negociación con los intereses particulares de editoriales prestigiosas.

El convenio G8 de bibliotecas en el departamento de Antioquia en Colombia es un avance de referencia en este sentido. El convenio G8 está firmado por ocho instituciones de educación, a saber: Universidad Pontificia Bolivariana, EAFIT, CES, Nacional-Sede Medellín, Medellín, Antioquia, Corporación Universitaria Lasallista, y la Escuela de Ingeniería de Antioquia. Con este acuerdo, se ofrecen a cerca de 80.500 estudiantes, docentes, egresados y empleados, acceso a más de dos millones de materiales bibliográficos, tanto impresos como electrónicos (G8 Bibliotecas, 2005). Iniciativas como esta tienen potencial de integrar a otras universidades del país.

La segunda recomendación sugiere que es preciso considerar la tendencia y el impacto de la

literatura científica de acceso abierto. La literatura científica de acceso abierto permite el acceso libre, gratis y en línea de producción científica revisada por pares. Según el *Joint Information Systems Committee* (JISC por su sigla en inglés) (2008), la literatura de acceso abierto es una alternativa para las instituciones que no pueden adquirir bases de datos de precios elevados. En efecto, algunos *Journals* de acceso abierto son de reciente fundación y tienen un alto factor de impacto. Este es el caso de PLoSOne, que desde su fundación en el 2000 se ha convertido en uno de los *Journal* más grandes del mundo (PLoSOne, s.f.). Otro ejemplo en el contexto de América Latina, es la Red de Bibliotecas Virtuales de Ciencias Sociales de América Latina y el Caribe. Esta iniciativa liderada por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), ofrece acceso libre y gratuito a más de 30.000 textos, artículos, documentos de trabajo, libros y ponencias publicados por los 324 centros miembros (CLACSO, s.f.). Esto, sin nombrar los casos ampliamente conocidos de SciELO y RedALyC.

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO por su sigla en inglés) en el *World Open Educational Resources Congress*, recomendó a todos los Estados miembros a implementar recursos de libre acceso, tanto en niveles de educación formal e informal (UNESCO, 2012). Las estrategias sugeridas por la UNESCO para llevar a cabo estas recomendaciones, fueron: (1) Facilitar estas dinámicas haciendo uso de las TIC; (2) Promover el uso y comprensión de los marcos de licencias abiertas; (3) Apoyar el desarrollo de materiales de aprendizaje de calidad; (4) Apoyar alianzas estrategias haciendo uso de las TIC con otros actores de la educación, la industria, las librerías y el sector de los medios; (5) Alentar la diversidad y el acoplamiento de los recursos de libre acceso al lenguaje, cultura y conocimiento local; (6) Avanzar en la investigación sobre recursos de libre acceso como uso, impacto en la calidad, el costo, las dinámicas de enseñanza y aprendizaje para fortalecer la inversión pública; y (7) Fortalecer el uso de recursos de libre acceso con uso de dineros públicos (UNESCO, 2011).

Sobre la tercera línea de recomendaciones, se expresa la necesidad de formular políticas alternativas para los incentivos para la investigación. De acuerdo con Franzoni y otros (2011), las políticas de incentivos para la publicación que involucran bonificaciones en dinero incrementa el número de artículos enviados para revisión aunque no la tasa de aceptación para publicar. En efecto, la tasa de aceptación tiene una correlación

negativa con las políticas de incentivos basadas en bonificaciones en dinero. Adicionalmente, se propone que los incentivos asociados a las posibilidades de carrera académica son los que realmente tienen una correlación con la cantidad y calidad de las investigaciones publicadas. Estas políticas implementadas en países como España o Alemania, hacen dependiente el acceso a escalafones docentes superiores, promoción, y salario, al desempeño de los investigadores, más que a la bonificación por publicación.

En síntesis, las perspectivas sobre el crecimiento de la producción científica en Colombia no son concluyentes. Si bien hubo un desempeño notable en el pasado el cual ha posicionado al país en un lugar visible a nivel regional, es necesario fortalecer las capacidades de investigación en las universidades en su conjunto, no solo las acreditadas. Frente al panorama actual sobre eficiencia en el uso de BD por parte de los PTC para la producción de documentos, la mayoría de universidades tienen que reevaluar su desempeño relativo y plantear estrategias alternas, como la compra conjunta de BD, el uso de recursos de libre acceso, y la revisión y ajuste de las políticas de incentivos para la investigación. Investigaciones futuras en esta línea podrían incrementar la muestra de instituciones de educación superior en su conjunto no solo universidades. También, podrían tener en cuenta el impacto de los documentos, no solo en otros documentos de investigación sino también en patentes con el fin de rastrear el impacto de la investigación en el sector productivo.

5. AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a los siguientes revisores por sus valiosos aportes a la mejora del texto: Prof. Antonio García Rozo – Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. Prof. Carlos Zorro – Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo (Cider) de la Universidad de los Andes. Y Prof. Diego Cardona – Vicerrector de Planeación de la Universidad EAN. Adicionalmente, el autor también agradece a la Escuela de Administración de la Universidad del Rosario.

The author expresses his gratefulnesses to the following revisers for his valuable contributions to the improvement of the text: Prof. Antonio García Rozo - Faculty of Engineering of the Universidad de los Andes. Prof. Carlos Zorro - Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo (Cider) of the Universidad de los Andes. And Prof. Diego Cardona - Vicerrector de Planeación of the Universidad EAN. The author also thanks the Universidad del Rosario's Management School

6. NOTAS

[1] En este estudio se acude a la definición economista tradicional de eficiencia: El uso óptimo de insumos (inputs) para lograr el mayor grado de resultados (outputs) (Cook & Seiford, 2009).

[2] En este escalafón, se califican las universidades a partir de seis indicadores de desempeño: reputación académica, reputación por parte de los empleadores, proporción entre miembros de la universidad y estudiantes, citaciones de las investigaciones, proporción de miembros de la universidad internacionales, y proporción de estudiantes internacionales (QS University Rankings, 2015).

7. REFERENCIAS

- Abbott, M.; Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: A data envelopment analysis. *Economics of Education Review*, vol. 22(1), 89-97. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-7757\(01\)00068-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-7757(01)00068-1)
- Abramo, G.; D'Angelo, C.; Pugini, F. (2008). The measurement of Italian universities' research productivity by a non parametric-bibliometric methodology. *Scientometrics*, vol. 76(2), 225-244. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-007-1942-2>
- Adrian, W. (1983). The tuition dilemma in the Latin American University. *International Review of Education*, vol. 29(4), 449-464. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00616006>
- Agasisti, T.; Catalano, G.; Landoni, P.; Verganti, R. (2012). Evaluating the performance of academic departments: An analysis of research-related output efficiency. *Research Evaluation*, vol. 21(1), 2-14. <http://dx.doi.org/10.1093/reseval/rvr001>
- Ahn, T.; Charnes, A.; Cooper, W. (1988). Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning. *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 22(6), 259-269. [http://dx.doi.org/10.1016/0038-0121\(88\)90008-0](http://dx.doi.org/10.1016/0038-0121(88)90008-0)
- Arcelus, F.; Coleman, D. (1997). An efficiency review of university departments. *International Journal of Systems Science*, vol. 28(7), 721-729. <http://dx.doi.org/10.1080/00207729708929431>
- Banco Mundial. (s.f.). *Glosario de TIC*. Recuperado de: <http://goo.gl/wcRDw>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Beasley, J. (1995). Determining teaching and research efficiencies. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 46(4), 441-452. <http://dx.doi.org/10.2307/2584592> / <http://dx.doi.org/10.1057/jors.1995.63>
- Bleiklie, I. (2005). Organizing higher education in a knowledge society. *Higher Education*, vol. 49(1-2), 31-59. <http://dx.doi.org/10.1007/s10734-004-2913-7>
- Bohannon, J. (2014). Secret bundles of profit. *Science*, vol. 344(6190), 1332-1333. <http://dx.doi.org/10.1126/science.344.6190.1332>
- Boussofiane, A.; Dyson, R.; Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, vol. 52(1), 1-15. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90331-0](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(91)90331-0)
- Bray, M.; Lee, J. (2000). University revenues from technology transfer: Licensing fees vs. equity positions. *Journal of Business Venturing*, vol. 15(5), 385-392. [http://dx.doi.org/10.1016/S0883-9026\(98\)00034-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0883-9026(98)00034-2)
- Bucheli, V.; Díaz, A.; Calderón, J.; Lemoine, P.; Valdivia, J.; Villaveces, J.; Zarama, R. (2012). Growth of Scientific Production in Colombian Universities: An Intellectual Capital-Based Approach. *Scientometrics*, vol. 91(2), 369-382. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0627-7>
- Caballero, C.; Herrera, L. (2013). El financiamiento de la educación superior en Colombia. En Luis Orozco (Compilador), *La educación superior: Retos y perspectivas*, p. 121-180. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia.
- Cardona, D. (2015). *Trabajo de grado de Julián Cortés, estudiante de la Maestría del Cider*. Recuperado de: <https://goo.gl/voUPO4>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Charnes, A.; Cooper, W.; Rhodes, E. (1979). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, vol. 2(1), 429-444. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Chen, J.; Chen, I. (2011). Inno-Qual efficiency of higher education: Empirical testing using data envelopment analysis. *Expert Systems with Applications*, vol. 38(3), 1823-1834. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.111>
- Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - CLACSO. (s.f.). *Biblioteca CLACSO*. Recuperado de: <http://www.biblioteca.clacso.edu.ar/>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Consejo Nacional de Acreditación - CNA. (2015). *Instituciones de Educación Superior Acreditadas*. Recuperado de: <http://goo.gl/tu01R4>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Cook, W. (1999). Operational research/management science: Where it's been. where it should be going? *Journal of the Operational Research Society*, vol. 50(1), 3-11. <http://dx.doi.org/10.2307/3010383>
- Cook, W.; Seiford, L. (2009). Data envelopment analysis (DEA) - Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, vol. 192(1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>

- Edvinsson, L. (1997). Developing intellectual capital at Skandia. *Long Range Planning*, vol. 30(3), 366-373+320-321. [http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301\(97\)90248-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301(97)90248-X) / [http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301\(97\)00016-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301(97)00016-2)
- Elsevier. (s.f.). *Content Overview*. Recuperado de: <http://goo.gl/hdF2uY>. [Última consulta: 25/06/ 2015].
- Frank, D.; Meyer, J. (2007). University expansion and the knowledge society. *Theory and Society*, vol. 36(4), 287-311. <http://dx.doi.org/10.1007/s11186-007-9035-z>
- Franzoni, C.; Scellato, G.; Stephan, P. (2011). Changing incentives to publish. *Science*, vol. 333(6043), 702-703. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1197286>
- G8 Bibliotecas. (2005). *Inicio*. Recuperado de: <http://goo.gl/vJ00Ed>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Gaviria, A.; Páez, G.; Toro, J. (2013). Cobertura y Calidad en la Educación Superior en Colombia. En Luís Orozco (Compilador), *La Educación Superior: Retos y Perspectivas*, p. 32-79. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia.
- Geva, I. (2001). Higher education and attainment of policy goals: Interpretations for efficiency indicators in Israel. *Higher Education*, vol. 42(3), 265-305. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1017550802162>
- Gutiérrez, C. (2013). Docencia e Investigación: ¿Hacia una Universidad Investigativa? En Luís Orozco (Compilador), *La Educación Superior: Retos y Perspectivas*, p. 251-272. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia.
- Huggins, R. (2008). Universities and knowledge-based venturing: Finance, management and networks in London. *Entrepreneurship and Regional Development*, vol. 20(2), 185-206. <http://dx.doi.org/10.1080/08985620701748342>
- JISC. (2008). *Open Access*. JISC, Bristol, England.
- Johnes, G.; Jhones, J. (1992). Apples and oranges: The aggregation problem in publications analysis. *Scientometrics*, vol. 25(2), 353-365. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02028091>
- Johnes, J. (2006a). Measuring efficiency: A comparison of multilevel modelling and data envelopment analysis in the context of higher education. *Bulletin of Economic Research*, vol. 58(2), 75-104. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0307-3378.2006.00238.x>
- Johnes, J. (2006b). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, vol. 25(3), 273-288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econedurev.2005.02.005>
- Johnson, B., y Christensen, L. (2008). *Education Research: Quantitative, Qualitative and Mixed Approaches*. Sage Publications, Thousand Oaks, EE.UU.
- Kao, C.; Hung, H. (2008). Efficiency analysis of university departments: An empirical study. *Omega*, vol. 36(4), 653-664. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2006.02.003>
- Kao, C.; Lin, Y. (1999). Comparing university libraries of different university size. *Libri*, vol. 49(3), 150-158. <http://dx.doi.org/10.1515/libr.1999.49.3.150>
- Krhonen, P.; Tainio, R.; Wallenius, J. (2001). Value efficiency analysis of academic research. *European Journal of Operational Research*, vol. 130(1), 121-132. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00050-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00050-3)
- Kurzweil, R. (2006). *The singularity is near: When humans transcend biology*. Penguin Books, London, England.
- Lampert, E. (2009). (Re) build the university: An urgent premise. *Perfiles Educativos*, vol. 31(126), 100-114.
- Langebaek, C. (2013). El Impacto de la Acreditación en Colombia. En Luís Orozco (Compilador), *La Educación Superior: Retos y Perspectivas*, p. 379-446. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia.
- Larivière, V., Haustein, S.; Mongeon, P. (2015). The oligopoly of academic publishers in the digital era. *PLoS ONE*, vol. 10(6), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0127502>
- Leitner, K., Prikoszovits, J., Schaffhauser-Linzatti, M., Stowasser, R.; Wagner, K. (2007). The impact of size and specialisation on universities' department performance: A DEA analysis applied to Austrian universities. *Higher Education*, vol. 53(4), 517-538. <http://dx.doi.org/10.1007/s10734-006-0002-9>
- López, D.; López, D.; Andrade, L.; López, B. (2011). Functional patterns in international organizations for university cooperation in Latin America and the Caribbean. *Journal of Studies in International Education*, vol. 15(2), 203-2015. <http://dx.doi.org/10.1177/1028315310382457>
- Melo, L.; Ramos, J.; Hernández, P. (2014). *La Educación Superior en Colombia: Situación Actual y Análisis de Eficiencia*. Banco de la República, Bogotá, Colombia.
- Mingat, A.; Tan, J. (1986). Financing public higher education in developing countries - The potential role of loan schemes. *Higher Education*, vol. 15(3-4), 283-297. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00129217>
- Nahapiet, J.; Ghoshal, S. (1998). Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *Academy of Management Review*, vol. 23(2), 242-266. <http://dx.doi.org/10.5465/AMR.1998.533225> / <http://dx.doi.org/10.2307/259373>
- Navaz, P. (2013). Presentación. En Luís Orozco (Compilador), *La educación superior: Retos y perspectivas*, p. xi-xiii. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia.

- Nonaka, I.; Toyama, R.; Nagata, A. (2000). A firm as a knowledge-creating entity: A new perspective on the theory of the firm. *Industrial and Corporate Change*, vol. 9(1), 1-20. <http://dx.doi.org/10.1093/icc/9.1.1>
- PLoSOne. (s.f.). *Community*. Recuperado de: <http://goo.gl/RQaSE0>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Powers, J.; McDougall, P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: A resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, vol. 20(3), 291-311. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.008>
- QS University Rankings. (2015). *World Universities Ranking*. Recuperado de: <http://goo.gl/wa7bL6>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Ramezan, M. (2011). Intellectual capital and organizational organic structure in knowledge society: How are these concepts related? *International Journal of Information Management*, vol. 31(1), 88-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2010.10.004>
- Reichmann, G.; Sommersguter, M. (2010). Efficiency measures and productivity indexes in the context of university library benchmarking. *Applied Economics*, vol. 42(3), 311-323. <http://dx.doi.org/10.1080/00036840701604511>
- Ruiz, C.; Bonilla, R.; Chavarro, D.; Orozco, L.; Zarama, R.; Polanco, X. (2009). Efficiency Measurement of Research Groups using Data Envelopment Analysis and Bayesian Networks. *Scientometrics*, vol. 83(3), 711-721. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-009-0122-y>
- Ruiz, C.; Chavarro, D.; Orozco, L.; Bonilla, R.; Villaveces, J. (2010). Análisis de la eficiencia de las unidades académicas de la Universidad de los Andes en la producción de conocimiento. En José Villaveces, *La investigación en Uniandes: Construcción de una política*, p. 55-64. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia.
- Sarrico, C.; Dyson, R. (2000). Using DEA for planning in UK universities - an institutional perspective. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 51(7), 789-800. <http://dx.doi.org/10.2307/253960> / <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600949>
- SCImago - Journal y Country Rank. (2013). *SJR — SCImago Journal y Country Rank*. Recuperado de: <http://www.scimagojr.com>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Simon, J.; Simon, C.; Arias, A. (2011). Changes in productivity of Spanish university libraries. *Omega*, vol. 39(5), 578-588. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2010.12.003>
- Sinuanay, Z.; Mehrez, A.; Barboy, A. (1994). Academic departments efficiency via DEA. *Computers and Operations Research*, vol. 21(5), 543-556. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)90103-1](http://dx.doi.org/10.1016/0305-0548(94)90103-1)
- Sistema Nacional de Instituciones de Educación Superior - SNIES. (2015). *Estadísticas*. Recuperado de: <http://goo.gl/frLHzu>. [Última consulta: 25/06/2015].
- Taylor, B.; Harris, G. (2004). Relative efficiency among South African universities: A data envelopment analysis. *Higher Education*, vol. 47(1), 73-89. <http://dx.doi.org/10.1023/B:HIGH.0000009805.98400.4d>
- UNESCO. (2011). *Guidelines for Open Educational Resources in Higher Education*. UNESCO, Paris, Francia.
- UNESCO. (2012). *World Open Educational Resources Congress*. UNESCO, Paris, Francia.
- Välilmaa, J.; Hoffman, D. (2008). Knowledge society discourse and higher education. *Higher Education*, vol. 56(3), 265-285. <http://dx.doi.org/10.1007/s10734-008-9123-7>
- Villaveces, J.; Orozco, L.; Chavarro, D.; Ruiz, C.; Llanos, E.; Silva, A.; Daza, S. (2008). *La investigación en Uniandes 2007. Elementos para una política*. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia.
- Wang, F.; Zeng, D.; Carley, K.; Mao, W. (2007). Social computing: From social informatics to social intelligence. *IEEE Intelligent Systems*, vol. 22(2), 79-83. <http://dx.doi.org/10.1109/MIS.2007.41>
- Wang, J.; Guan, J. (2005). The analysis and evaluation of knowledge efficiency in research groups. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 56(11), 1217-1226. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.20225>
- Wright, M.; Vohora, A.; Lockett, A. (2004). The formation of high-tech university spinouts: The role of joint ventures and venture capital investors. *Journal of Technology Transfer*, vol. 29(3-4), 287-310. <http://dx.doi.org/10.1023/B:JOTT.0000034124.70363.83>
- Wuchty, S.; Jones, B.; Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in productivity of knowledge. *Science*, vol. 319(5827), 1036-1039. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1136099>