

# Los generadores de conocimiento dentro de los Sistemas Regionales de Innovación (SRI)

## Knowledge generators into Regional Innovation Systems (RIS)

Jhon F ESCOBAR [1](#); Carlos María FERNÁNDEZ-JARDÓN [2](#); Indy B BEDOYA [3](#)

Recibido: 17/02/2017 • Aprobado: 11/03/2017

### Contenido

- [1. Introducción](#)
  - [2. Diferentes metodologías del cálculo de la Beta](#)
  - [3. Resultados](#)
  - [4. Conclusiones](#)
- [Referencias bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

La generación y apropiación de conocimiento y la incorporación del mismo a procesos de desarrollo tecnológico y soluciones sociales es uno de los grandes retos de las economías en crecimiento. El primer elemento, la generación de conocimiento, recae en la Universidad y, en dicho contexto, el capítulo desarrolla un perfil de las universidades e instituciones de educación superior (IES) en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), basándose en criterios de ventajas comparativas identificadas en varios rankings mundiales de calidad universitaria, y propone un conjunto de variables que luego de ser analizadas mediante técnicas estadísticas son agrupadas buscando encontrar clúster de perfiles de universidades producto de esas ventajas. Como resultado se encontraron tres clústeres universitarios en el AMVA.

**Palabras clave** Instituciones de educación superior (IES); clúster de Universidades; sistema de ciencia, tecnología e innovación (SCTi).

#### ABSTRACT:

Generation and appropriation of knowledge and the incorporation into processes of technological development and social solutions is one of the great challenges of growing economies. The first element, the generation of knowledge, rests with the University and, in this context, the chapter develops a profile of universities and institutions of higher education in the Area Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), based on criteria of comparative advantages identified in several world rankings of university quality, and proposes a set of variables that after being analyzed by means of statistical techniques are grouped looking for to find clúster of profiles of universities product of those advantages. As a result, three university clusters were found in AMVA.

**Key words** Institutions of higher education (IHE); Cluster of Universities; System of science, technology and innovation (SSTi).

## 1. Introducción

Un Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (SCTi) requiere tres elementos fundamentales

para su consolidación: (i) recurso humano que entienda y desarrolle ciencia y tecnología (Colciencias, 2015c), (ii) infraestructura tecnológica que de soporte a ese capital humano en la realización de sus investigaciones, expresada en laboratorios, equipos, herramientas, bases de datos, ordenadores, entre otros (Dario & Amaya, 2011), y (iii) un esquema de financiación público-privado que solvete los gastos en que se deben incurrir para lograr esos desarrollos (D'Este et al., 2014). En Colombia, la política pública se orienta a fortalecer el SCTi (Colciencias, 2015a), sin embargo, el sistema nacional presenta falencias en los tres elementos expuestos al no contar con las condiciones necesarias para consolidarlo: Una de las principales carencias detectadas está en el recurso humano formado para la ciencia (Castro et al., 2014), lo que lleva a cuestionar el desempeño de las universidades y demás Instituciones de Educación Superior (IES) como agentes generadores de conocimiento.

En el contexto de las IES, comúnmente la innovación es asociada con la introducción y adopción en el mercado de un producto o servicio resultado de la investigación desarrollada por investigadores de la institución. Otras veces, las universidades se declaran como "innovadoras" cuando lanzan un nuevo programa de formación o a partir de la innovación en sus currículos (Dabos & Rivero, 2009). Sin embargo, las IES deben concebir y abordar la innovación en un sentido más amplio, de manera sistémica y sistemática impactando de manera real y positiva su entorno (Salmi, 2009).

Sin embargo, entre las IES existen diferencias que a simple vista no son observables: unas provenientes del enfoque de la formación, otras de la fuente de recursos de financiación, algunas de la producción de conocimiento, otras del desarrollo de consultoría de la mano de la empresa, del perfil de los docentes o grupos de investigación con que cuentan, ello generando diferencias en el enfoque y destinación de los recursos de la IES y por ende en los productos resultado de su desempeño. Es por ello que este artículo presenta un perfil de los generadores de conocimiento (IES) así como una agrupación producto del análisis estadístico de variables reportadas en diferentes bases de datos que se consideran como impulsoras de generación de conocimiento.

## **1.1. La generación de conocimiento**

Al finalizar la segunda guerra mundial y luego de un proceso de consolidación de las naciones y la recuperación Europea, autores como Bell (1999), buscando explicar el concepto de cambio tecnológico propuesto por Schumpeter (1934) y desarrollado por Ruttan (1959), identifican un responsable para dicho cambio: el conocimiento, y por tanto, son enfáticos en señalar una nueva era post industrial basada en el conocimiento como eje principal de la sociedad y la estructura central de la nueva economía.

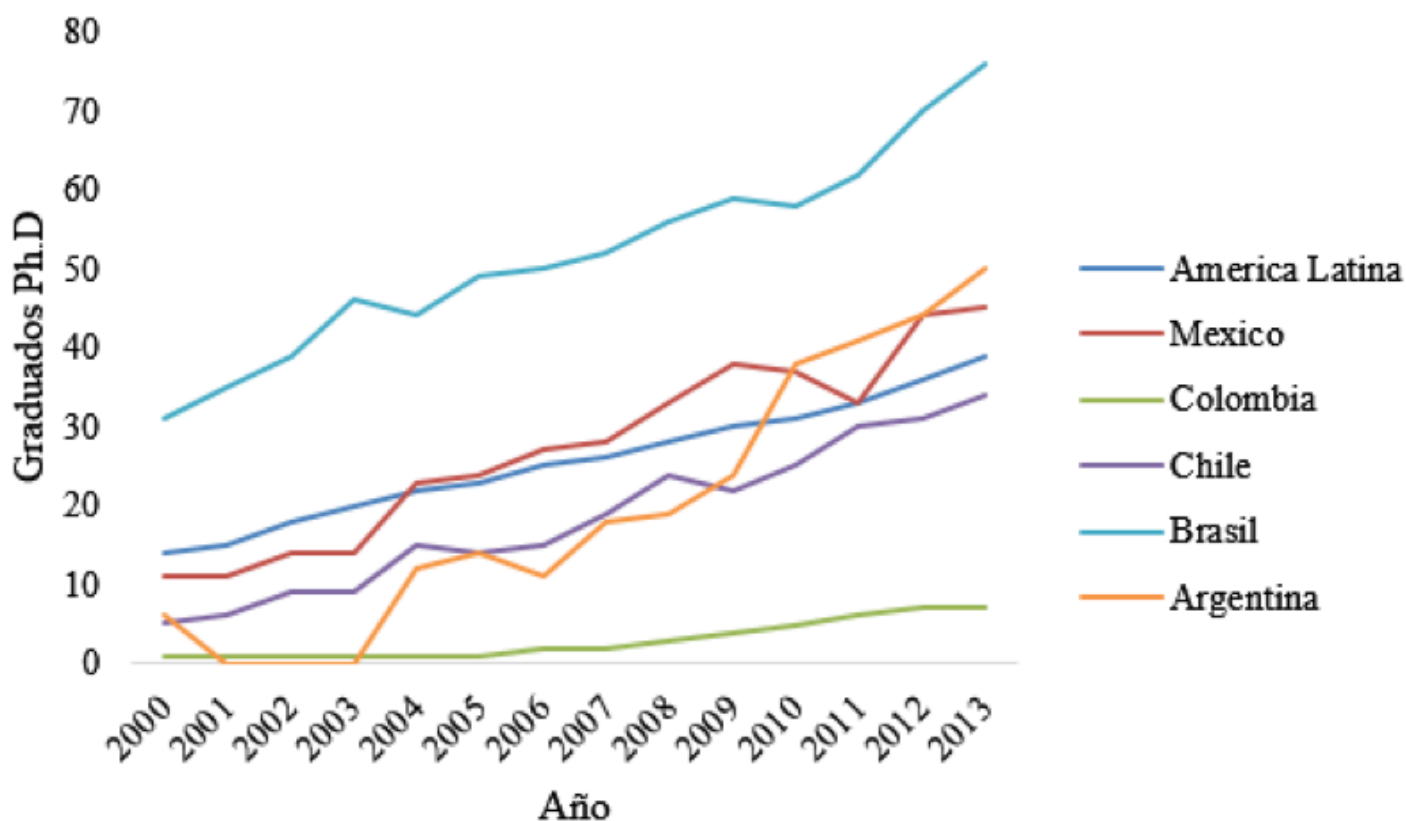
De acuerdo con Jaramillo (2008), el recurso humano es el punto de partida para el crecimiento, la equidad y el desarrollo mediante la vinculación de la ciencia a la competitividad a través de los procesos de innovación. Con una formación de alto nivel se logra generar conocimiento transferible (Nuchera, 2008b). La relación entre el capital humano con el nivel de formación requerido y el desarrollo tecnológico depende de la interacción entre la educación y la investigación, la primera como proceso de aprendizaje, y la segunda como proceso de adaptación y generación (DNP, 2008b). Para cumplir con la interacción sinérgica entre educación e investigación es fundamental asociar a los procesos de investigación programas de formación de posgrado, tanto a nivel de maestría como doctoral (Coriat, 1997).

En dicho sentido se destaca el papel de la universidad en la formación de recurso humano y la generación de conocimiento por medio de los procesos de investigación, al igual que hace una alineación a los sistemas de medición de la calidad universitaria, los cuales presentan como eje la producción de conocimiento y el papel que cumplen los investigadores en el mismo.

## **1.2. La generación de conocimiento en Colombia**

Un requisito para lograr el impulso a una economía basada en el conocimiento es contar con personal calificado en los más altos niveles (Salmi, 2009), factor en el que Latinoamérica, y Colombia en particular, presenta déficit, como se ilustra en la Gráfica 1 ya que, en los países basados en conocimiento el recurso humano calificado redonda directamente en la capacidad que tiene el sistema en generar conocimiento y productos de desarrollo técnico (Castro et al., 2014; Gyekye et al., 2012). En Colombia el panorama no es muy optimista (Acosta & Celis, 2014); mientras en el país se gradúan 7 doctores al año por millón de habitantes, países basados en conocimiento la cifra es muy superior; por ejemplo, en Estados Unidos 156 y en Reino Unido se titulan 259 doctores cada año.

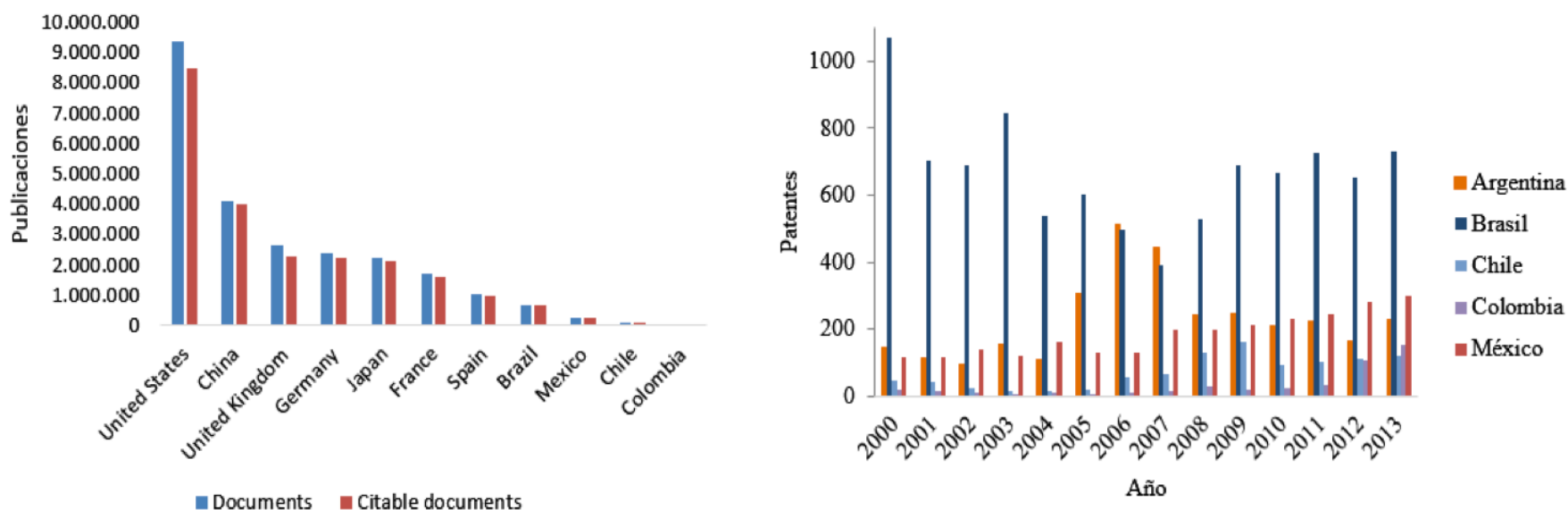
Gráfica 1 . Número de doctores graduados por millón de habitantes 2000-2013, para América Latina y el Caribe, y algunos países de la región



Fuente: (RICYT, 2015).

Un SNI de una economía de conocimiento se basa en la capacidad que tiene de integrar los resultados científicos expresados en artículos indexados, productos tecnológicos útiles, patentes y otros mecanismos de protección al mercado (Romer, 1990). El caso Latinoamericano y del Caribe muestra una producción marginal y para el caso de Colombia poco representativa en el ámbito científico.

Gráfica 2 . Comportamiento de la producción científica y tecnológica de Colombia



a) Artículos publicados en revistas científicas para 11 países en el periodo 1996- 2015

b) Patentes otorgadas a residentes en cinco países latinoamericanos, incluido Colombia, durante el periodo 2000-2013.

Fuente: a) (Scimago Lab, 2016), b) (RICyT, 2014) (SIC, 2016).

La Gráfica 2 presenta que, en cuanto al uso del conocimiento, expresado como el número anual de patentes, la posición de Colombia es baja aún en el escenario latinoamericano, ya que no supera las 153 patentes en 2013 frente a países como Brasil que registra 729 para el mismo periodo. En el ámbito mundial Colombia se encuentra de séptimo entre un grupo de 10 países denominado de ingresos bajos y medianos (OMPI, 2015). Es por ello que para afrontar el reto de un "país de conocimiento" y coincidiendo con Sánchez-Torres et al., (2007), los retos a los que debe enfrentarse el SNCT es la construcción de conocimiento y el desarrollo de capacidades para transformado el conocimiento generado en tecnologías que soporten la innovación y la competitividad, así como la protección y uso de los mismos por medio de patentes de alcance local e internacional.

### 1.3. Los sistemas de categorización universitaria. Los *rankings* mundiales

Para Misas Arango (2004), la calidad universitaria es un criterio complejo desde las perspectivas de comparación, medición, estandarización y publicación. Es por ello que identificar un *ranking* único para la medición de la calidad universitaria no es simple, y mucho más para países como Colombia donde la presencia de las universidades de talla mundial es escasa. Para Clarke (2002), la discusión se centra en la gran cantidad de indicadores, ya que se detecta alta correlación entre ellos. También se identifica que los indicadores no son válidos en la medida que no son aplicables para todas las instituciones; por lo que la autora recomienda hacer *Rankings* diferentes respecto al área de conocimiento y al público objetivo.

Colombia es un país con pocos reportes en los índices más importantes, mucho menos en las primeras posiciones, por ello es fundamental construir criterios propios y desarrollar procesos de especialización en conocimientos, con miras al reconocimiento mundial, sin desconocer los mecanismos de calidad establecidas por el mismo país (CNA, 1998). A continuación, se presentan algunos índices de categorización desde el más exigente hasta el más amplio y con un enfoque en presencia en la web.

Shanghai Academic Ranking of World: Es uno de los principales índices globales de categorización de universidades (Torres-Salinas et al., 2011), este emplea cuatro criterios: Calidad de la docencia, calidad del profesorado, producción investigadora y rendimiento per cápita, como se puede apreciar en la Tabla 1. Ninguna de las IES colombianas aparece reportada entre los primeros 500 lugares de este índice. Ello muestra que Colombia como generadora de conocimiento tiene muy poco impacto de carácter mundial, al igual que casi toda América Latina.

Tabla 1 . Criterios, Indicadores y sus valores del Shanghai Academic Ranking of World

Criterio	Indicador	Valor
Calidad de la Docencia	Antiguos alumnos de una institución con premios Nobel y medallas Fields	10%
Calidad del Profesorado	Profesores de una institución que han obtenido premios Nobel y medallas Fields *	20%
	Investigadores con alto índice de citación en diversas materias	20%
Producción	Artículos publicados en Nature y Science	20%

Investigadora	Artículos indexados en Science Citation Index - Expanded y Social Science Citation Index	20%
Rendimiento per Cápita	Rendimiento académico per cápita de una institución	10%
* Para instituciones especializadas en Humanidades y Ciencias Sociales, no se considera el criterio N&S y el valor se redistribuye entre los demás indicadores de forma proporcional.		

Fuente: Shanghai Ranking Consultancy (2016a).

Aunque se han realizado ejercicios basados en el Shanghai Academic Ranking of World para Latinoamérica (Docampo, 2015), las universidades colombianas siguen mostrando resultados bajos, con 27 IES entre las 407 incluidas para Latinoamérica de las cuales tienen presencia en Antioquia la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Universidad EAFIT, Universidad Ces y la Universidad de Medellín.

Un segundo Ranking importante en el mundo académico es el de SCImago-Institutions Rankings (SIR) (Scimago Lab, 2016), desarrollado por el grupo de investigación SCImago LAB como un recurso para la evaluación de universidades y de instituciones de investigación científica de todo el mundo, que genera información de *rankings* con el fin de analizar los resultados de investigación, utilizando la base de datos Scopus. En la edición 2016, este *ranking* clasifica instituciones académicas que realizan investigación, ordenadas por un indicador compuesto que combina tres grupos de indicadores basados en: Investigación, Innovación e Impacto social medida por la visibilidad de su web, como se detalla en la Tabla 2.

Dichas instituciones se han seleccionado con el único criterio: tienen que ser instituciones universitarias o de investigación con más de 100 artículos publicados e incluidos en la base de datos Scopus. En la edición 2016 a nivel mundial se han clasificado en su totalidad a 5.147 instituciones, de las cuales 2.894 corresponden al sector de Educación Superior. Para Colombia se reportan 19 instituciones ubicadas en el rango global entre las posiciones 563 y 681. De ellas tienen presencia en Antioquia la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad EAFIT, Universidad Pontificia Bolivariana y el Hospital Pablo Tobón Uribe.

Tabla 2 . Criterios y pesos de la metodología para el SCImago-Institutions Rankings, 2016

Criterio	Indicador	Peso
Investigación	Excelencia con Liderazgo	13%
	Impacto normalizado	13%
	Publicaciones en Scopus	8%
	Representatividad de los investigadores	5%
	Liderazgo científico	5%
	Colaboración internacional	2%
	Publicaciones en Cuartil 1.	2%

	Excelencia	2%
Innovación	Impacto en conocimiento	25%
	Impacto tecnológico	5%
Apropiación social	Enlaces al dominio institucional	15%
	Tamaño de la Web	5%

Fuente: Scimago Lab, (2016).

Un tercer *ranking* es el Ranking Web de Universidades (Cybermetric, 2016), en el cual aparece un reporte de casi todas las universidades colombianas, mediante los criterios presentados en la Tabla 3.

Tabla 3 . Criterios, indicadores y sus valores del Ranking Web de Universidades

Criterio	Indicador	Valor
Impacto	El número total de páginas web alojadas en el dominio web principal de la universidad (incluyendo todos los subdominios y directorios) obtenidos del mayor motor de búsqueda comercial (Google).	50%
Presencia	Los datos de visibilidad (enlaces y dominios enlazantes) se obtienen de los dos proveedores más importantes de esta información: Majestic SEU y Ahrefs.	16,6%
Apertura	Tiene en cuenta el número total de ficheros ricos (pdf, doc, docx, ppt), publicado en sitios web tal como se recogen en el motor de búsqueda Google Académico (Google Scholar)	16,6%
Excelencia	Artículos académicos publicados en revistas internacionales de alto impacto comprendidos entre el 10% más citados de sus respectivas disciplinas científicas. El proveedor de datos (Grupo Scimago) suministra valores para más de 5.200 universidades.	16,6%

Fuente: (Cybermetric, 2016).

Dicha metodología es altamente incluyente y permite identificar valores locales como lo exponen Serrano Mascaraque et al., (2010), ya que incluye criterios de facilidad de que todas las personas puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la web y sobre todo con los contenidos producto de la generación del conocimiento reportado en Google Académico (Campos et al., 2014; Google, 2016; Hilera et al., 2013). De igual manera el Ranking analiza un criterio de excelencia con base en Scimago (Cybermetric, 2016) y el índice H que se basa en la correlación que hay entre la productividad de un investigador y el éxito que aprecian sus pares por medio de la citación (Túñez López, 2013).

## 1.4. Las Instituciones de Educación Superior- IES-En Colombia y el AMVA: Agentes Generadores

Las IES son actores clave que tradicionalmente han cumplido las funciones de docencia, investigación y extensión. Adicionalmente se ha definido un cuarto rol que les permite establecer vínculos productivos con empresas locales fomentando la asociatividad, la competitividad sistémica y el desarrollo regional (Dabos & Rivero, 2009).

La política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTi) de Colombia tiene como uno de sus propósitos el aumento en la cantidad y calidad de la producción científica y para ello ha buscado la especialización y orientación de las acciones de conocimiento por parte de las universidades como generadoras del mismo (Colciencias, 2015b). Paralelamente, el sistema universitario del país contempla dentro de los criterios de calidad la producción científica (CNA, 1998); sin embargo, los resultados del país si bien muestran una mejora significativa en los últimos 10 años, sigue siendo pobres (Colciencias, 2015b).

En Colombia el sistema educativo superior está estructurado por la ley 30 de 1992 (Congreso de Colombia, 1992) y define tres tipologías de IES, según lo presenta la Tabla 4:

Tabla 4 . Organización de las IES en Colombia, según su finalidad y tipos de programas académicos ofrecidos.

Tipo de IES	Finalidad	Programas
Instituciones técnicas profesionales.	Ofrecer programas de formación en ocupaciones de carácter operativo e instrumental y de especialización en su respectivo campo de acción.	Formación en ocupaciones, profesiones o disciplinas, programas de especialización.
Instituciones universitarias o escuelas tecnológicas.	Adelantar programas de formación en ocupaciones, programas de formación académica en profesiones o disciplinas y programas de especialización.	Formación en ocupaciones, profesiones o disciplinas, programas de especialización, maestrías*, doctorados* y post-doctorados* *Se requiere autorización por el Concejo Nacional de Acreditación y Calidad (CNA).
Universidades.	La investigación científica o tecnológica. La formación académica en profesiones o disciplinas y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional.	Formación en ocupaciones, profesiones o disciplinas, programas de especialización, maestrías, doctorados y post-doctorados.

Fuente: Elaborado con base en la Ley 30 de 1992 (Congreso de Colombia, 1992).

## 2. Metodología

Se realizó un inventario IES para identificar los agentes generadores, posteriormente se analizó el conjunto de Instituciones de Educación Superior (IES) del AMVA reconocidas en el Ministerio de Educación (MEN) para 2016 y que contaran con doctores en su planta de personal, como un criterio necesario para la generación de conocimiento.

Con base en los criterios de los tres *ranking* analizados, se identificaron en fuentes oficiales (estadísticas del sector público, bases de datos nacionales e internacionales), las variables que correspondan a criterios de calidad y generación de conocimiento: perfil docente y matriculas por los diferentes grados académico; de la investigación y producción científica expresada en términos de número y categoría de los grupos de investigación, las publicaciones científicas, el

índice H de los investigadores de la institución, las revistas que posee la institución y el impacto de éstas; y la transferencia de conocimiento al medio, identificando los productos de propiedad y protección del conocimiento.

Los análisis estadísticos se hicieron de acuerdo con las técnicas definidas por F-Jardon & Martos, (2011), en tres momentos: 1) agrupación de las variables que caracterizan cada posible factor de generación de conocimiento 2) análisis de componentes principales con el objetivo de identificar agrupaciones estadísticas distintas a las predefinidas por el equipo de investigación; 3) identificación de los grupos de instituciones a partir de un análisis conglomerado de K-medias, con una posterior agrupación por clúster de las variables seleccionando aquellos conglomerados que compartan un alto grado de afinidad, teniendo en cuenta el componente el valor más positivo como primer criterio y posteriormente se tomó el segundo valor más positivo.

## 3. Resultados

### 3.1. Identificación y selección de universidades

Para el año 2016 en el AMVA había registros de 47 instituciones de educación superior (IES), de las cuales 11 corresponden a Universidades, 25 a institución universitaria/escuela tecnológica y 11 a instituciones tecnológicas o técnica profesional (MEN, 2016). Paralelamente, en 2015 se reportaron 690 grupos de investigación, de los cuales el 94% está en Medellín y el resto distribuidos en 6 de los 9 municipios del AMVA (Colciencias, 2015b). No todas las IES son generadoras de conocimiento, de las 47 instituciones se identificaron 28 con doctores vinculados a su planta de personal (MEN, 2016).

De las 28 IES seleccionadas, seis aparecen el Shanghai academic ranking of world y el Shanghai ranking expanded universidades. En el SCImago-Institutions Rankings son reportadas cuatro. En el Ranking Mundial Web aparecen las 28, en posiciones que van desde la 598, para la Universidad Nacional de Colombia, hasta la posición 24.420 para la Corporación Universitaria de Ciencia y Tecnología de Colombia (Tabla 5).

En la Tabla 5 se muestra la posición mundial de las IES del AMVA. Ello no implica que ser incluido en el Ranking Mundial Web sea un criterio de calidad, las universidades colombianas de mejor calidad no aparecen en las primeras 500 posiciones. Lo más importante de este ranking es la presentación de resultados por país y región, lo que lo convierte en una herramienta poderosa a la hora de definir políticas locales.

Tabla 5 . Posición de las IES del AMVA en cuatro Ranking Mundiales, 2016.

IES	Nombre de la Institución de educación superior	Ranking Mundial Web	SCImago-Institutions Rankings	Shanghai academic ranking of world	Shanghai ranking expanded universidades
UNAL	Universidad Nacional De Colombia	598	570	848	62
UDEA	Universidad De Antioquia	895	598	1001-1250	88
UPB	Universidad Pontificia Bolivariana	1532	677	>3000	255-313



EAFIT	Universidad Eafit-	2045	676	>3000	314-363
UDEM	Universidad De Medellín	2990	NR	>3000	364-407
CES	Universidad Ces	3642	NR	>3000	364-407
ITM	Instituto Tecnológico Metropolitano	3967	NR	NR	NR
UNIMIN	Corporación Universitaria Minuto De Dios	4287	NR	NR	NR
EIA	Universidad Escuela De Ingenieria De Antioquia	4831	NR	NR	NR
UCC	Universidad Cooperativa De Colombia	5612	NR	NR	NR
CUL	Corporación Universitaria Lasallista	5763	NR	NR	NR
UNAC	Corporación Universitaria Adventista -	6591	NR	NR	NR
FUNLAM	Fundación Universitaria Luis Amigo	9337	NR	NR	NR
UCN	Fundación Universitaria Católica Del Norte	9466	NR	NR	NR
PJIC	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	9631	NR	NR	NR
IUE	Institución Universitaria De Envigado	10092	NR	NR	NR
USB	Universidad De San Buenaventura	10610	NR	NR	NR

UCO	Universidad Católica De Oriente	11020	NR	NR	NR
CUR	Corporación Universitaria Remington	11205	NR	NR	NR
LUCMA	Colegio Mayor De Antioquia	11711	NR	NR	NR
UNLAULA	Universidad Autónoma Latinoamericana- Unaula-	12334	NR	NR	NR
CEIPA	Fundación Universitaria- Ceipa-	13827	NR	NR	NR
TA	Tecnológico De Antioquia	14921	NR	NR	NR
ESUMER	Fundación Universitaria Esumer	15501	NR	NR	NR
FUAA	Fundación Universitaria Autónoma De Las Américas	15800	NR	NR	NR
ESCOLME	Fundación Escuela Colombiana De Mercadotecnia	16535	NR	NR	NR
IUSH	Institución Universitaria Salazar Y Herrera	17051	NR	NR	NR
CUCTC	Corporación Universitaria De Ciencia y Tecnología De Colombia	24420	NR	NR	NR

Fuente: Elaborado con base en datos de (Cybermetric, 2016; Docampo, 2015; Scimago Lab, 2016; Shanghai Ranking Consultancy, 2016b).

## 3.2 Identificación y selección de variables

Con base en los indicadores definidos por los rankings analizados y las bases de datos encontradas se seleccionaron 30 variables, las cuales se presentan en la Tabla 6 y fueron organizadas en tres grupos:

1. Procesos de docencia: se identificaron variables de perfil docente y matriculas por los diferentes grados académico (MEN, 2016).
2. Investigación y producción Científica: En dicho grupo se identificaron variables asociadas al perfil de los grupos de investigación, las publicaciones científicas, las revistas que posee la institución y el impacto de estas. Publicaciones por medio de las citas y el índice H de los investigadores de la institución (Colciencias, 2016, 2015d; Elsevier B.V., 2016; Google, 2016; SciELO, 2016).
3. Transferencia de conocimiento al medio: identificando los productos de propiedad y protección del conocimiento (SIC, 2016).

Tabla 6 . Variables identificadas y analizadas

Variable	Nombre	Variable	Nombre
DocPhD	Docentes con Doctorado	DIO	Diseño Industrial Otorgado
DocEsp	Docentes con Especialización	RevA1	Revistas tipo A1
DocMSc	Docentes con Maestría	RevA	Revistas tipo A
DocProf	Docentes con Profesionalización	RevB	Revistas tipo B
DocTcnlg	Docentes con Tecnología	RevC	Revistas tipo C
MatPreg	Matriculados Pregrado	Scopus	Artículos en Scopus
MatTcnlg	Matriculados Tecnologías	NoProy	Número de proyectos de investigación, con un promedio de 33 mil US pos año
MatMSc	Matriculados Maestría	GCA1	Grupos de Investigación Categoría A1
MatEsp	Matriculados Especialización	GCA	Grupos de Investigación Categoría A
MatPhD	Matriculados Doctorado	GCB	Grupos de Investigación Categoría B
PtS	Patentes Solicitadas	GCC	Grupos de Investigación Categoría C
PtO	Patentes Otorgadas	GCD	Grupos de Investigación Categoría D
MUS	Modelos de Utilidad Solicitado	GSCHC	Google Scholar Citación
MUO	Modelos de Utilidad Otorgado	HIN	Índice H

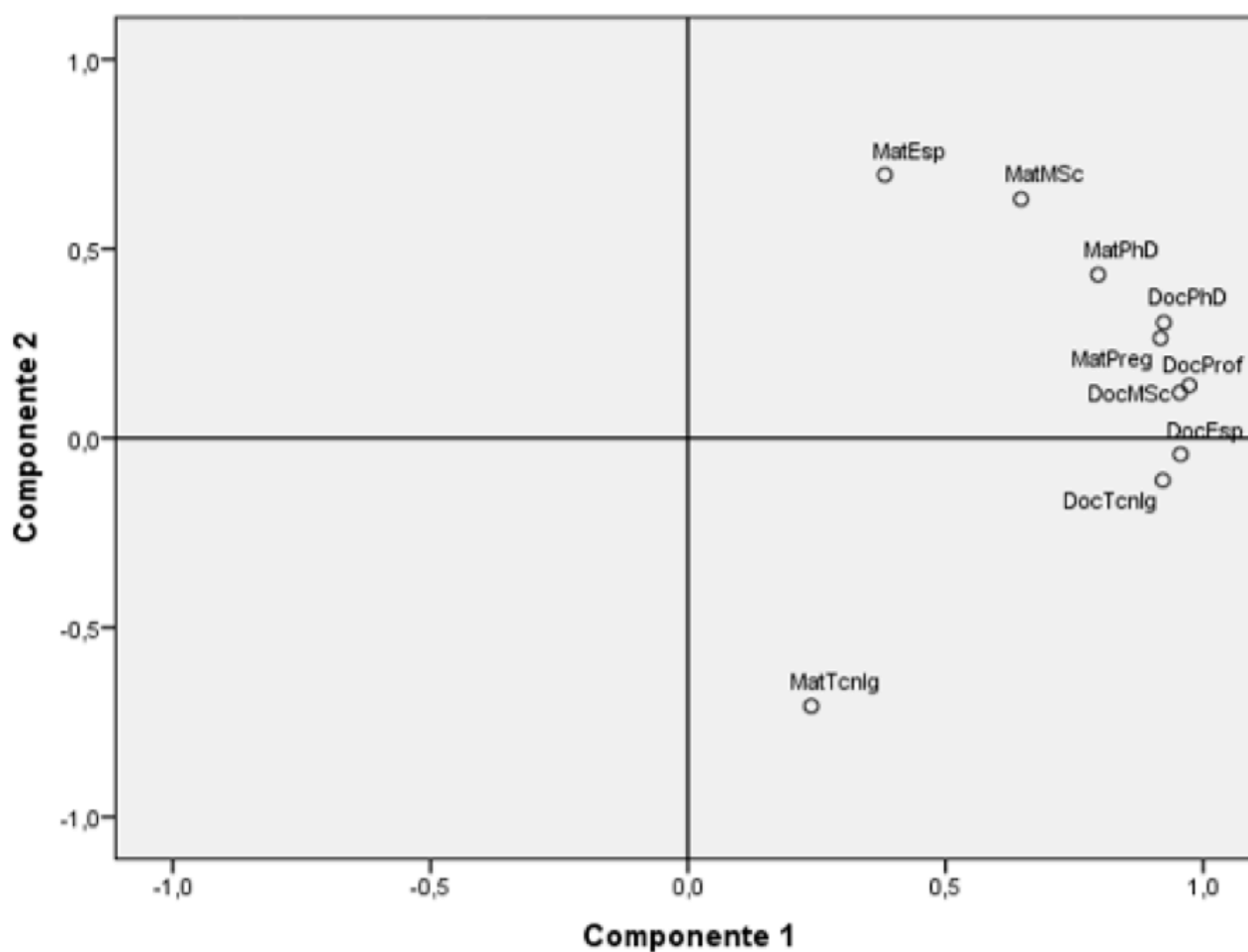
DIS	Diseño Industrial Solicitado	CIT	Citas Scielo
-----	------------------------------	-----	--------------

Fuente: DocPhD, DocEsp, DocMSc, DocProf, DocTcnlg, MatPreg, MatTcnlg, MatMSc, MatEsp, MatPhD con base en (MEN, 2016). PtS, PtO, MUS, MUO, DIS, DIO con base en (SIC, 2016). RevA1, RevA, RevB, RevC con base en (Colciencias, 2015d). Scopus basada en (Elsevier B.V., 2016). NoProy; GCA1; GCA; GCB; GCC; GCD basado en (Colciencias, 2016). GSCHC; HIN basado en (Google, 2016) y CIT basado en (SciELO, 2016).

### 3.3 Procesamiento estadístico

Buscando identificar componentes que expliquen la configuración de las correlaciones de un grupo amplio de variables, se realizó el análisis factorial (Cuadras, 2007) para los grupos definidos (asociado a los procesos de docencia, investigación y producción científica y transferencia de conocimiento al medio) y posteriormente se realizó para todas las variables como se presenta en la Figura 3

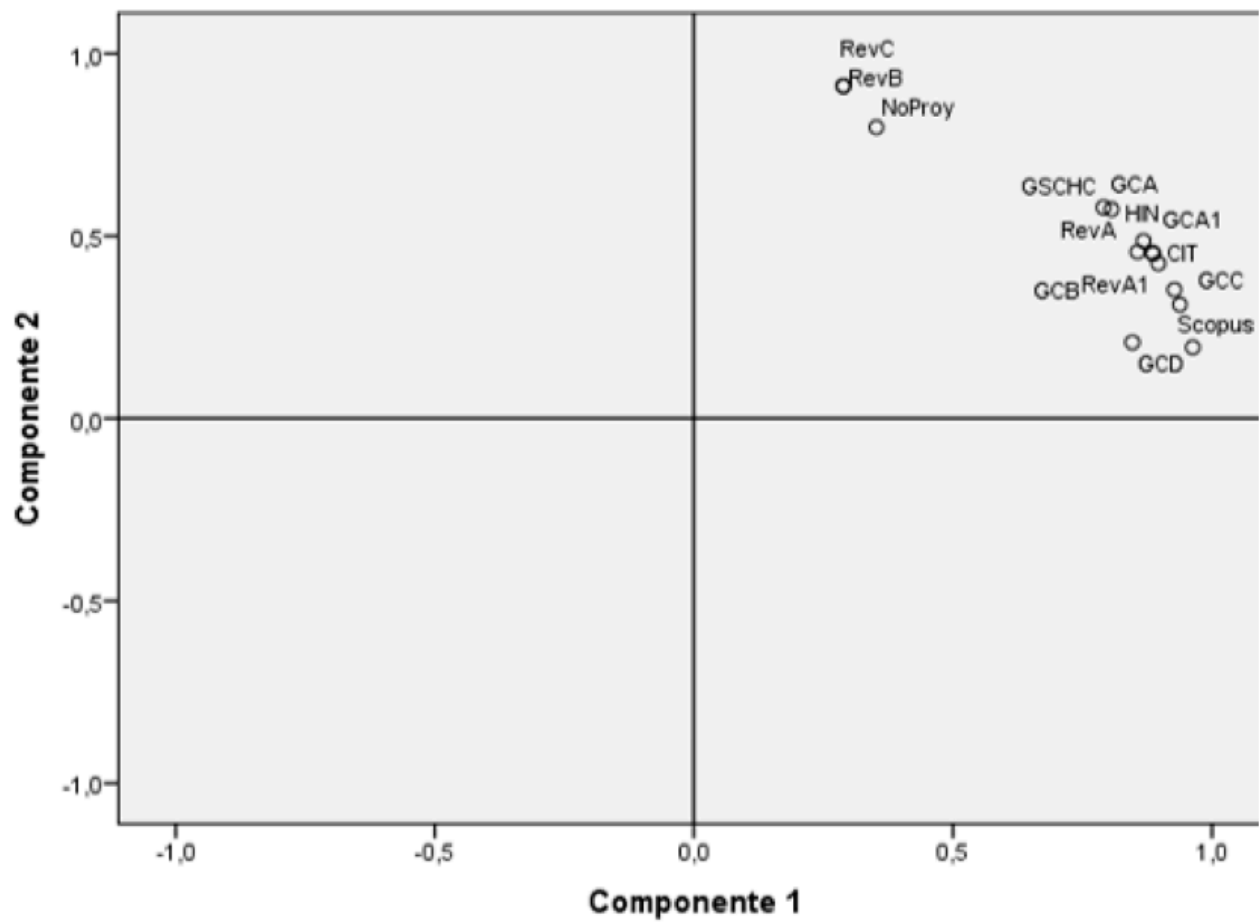
Gráfica 3 . Componentes en espacio rotado para variables asociadas a docencia.



Fuente: Elaboración con base en datos de (Colciencias, 2016, 2015d; Elsevier B.V., 2016; Google, 2016; MEN, 2016; SciELO, 2016; SIC, 2016).

En la Gráfica 3 se pueden observar dos componentes de las variables asociadas a los procesos de docencia, el primero que integra las variables DocPhD, DocMSc, DocProf, DocEsp, DocTcnlg, MatPreg, MatTcnlg, MatMSc, MatEsp, MatPhD y el segundo MatTcnlg, MatEsp.

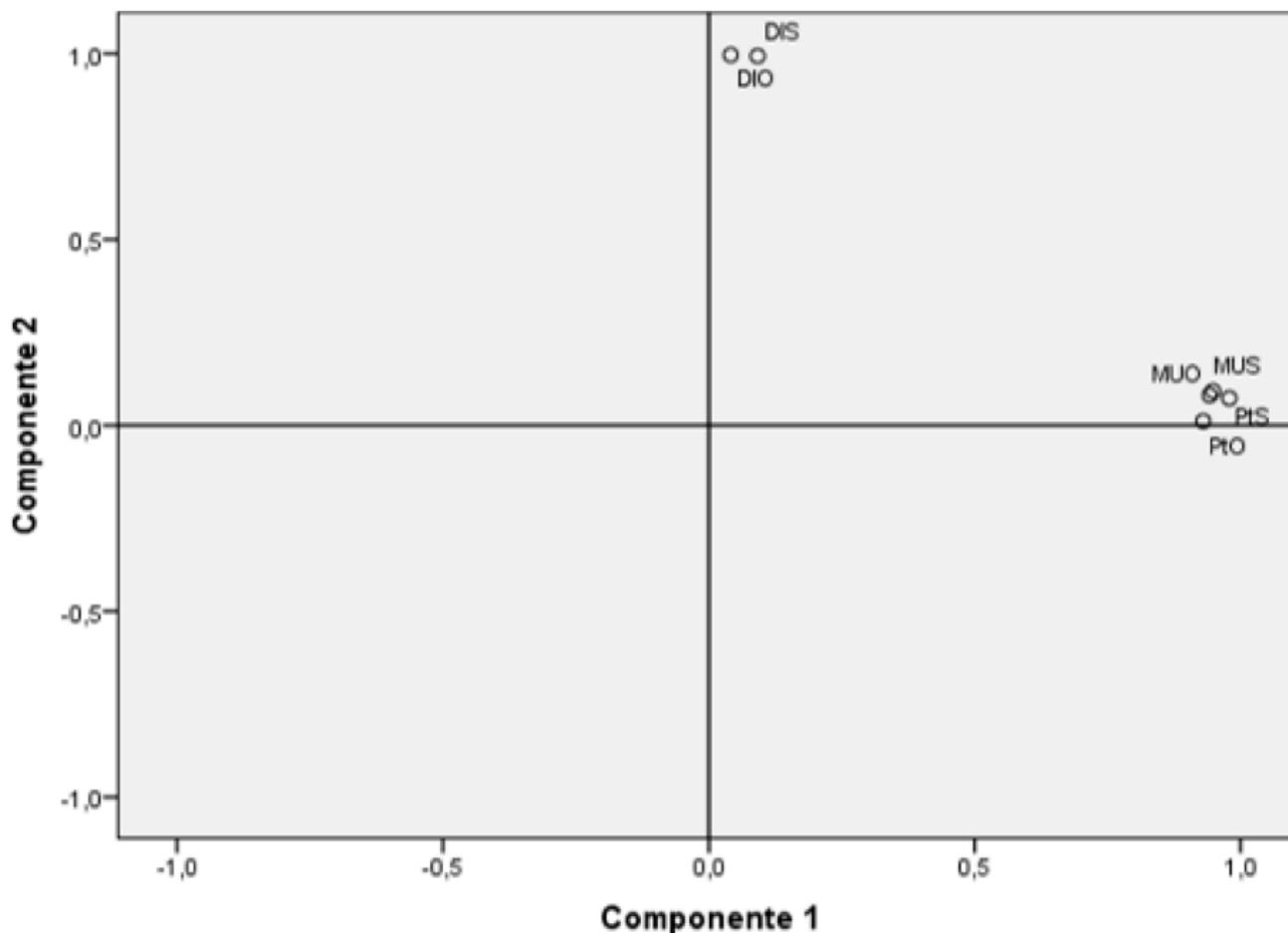
Gráfica 4 . Componentes en espacio rotado para variables asociadas investigación y producción científica.



**Fuente:** Elaboración con base en datos de (Colciencias, 2016, 2015d; Elsevier B.V., 2016; Google, 2016; MEN, 2016; SciELO, 2016; SIC, 2016).

En la Gráfica 4 se pueden percibir gráficamente dos componentes, asociadas a las variables de procesos de Investigación y producción científica. El primer componente integra las variables RevA1, RevA, RevB, RevC, Scopus, NoProy, GCA1, GCA, GCB, GCC, GCD, GSCHR, GSCHC, HIN, CIT, las cuales hacen referencia a la producción científica y de calidad, al igual que a la estructura soporte para dicha producción, expresada en los grupos de investigación de las diferentes categorías. El segundo componente agrupa las variables RevB, RevC, NoProy, en las cuales se evidencian la divulgación de conocimiento de menos impacto científico. Este grupo es muy importante porque muestra las IES en proceso de maduración.

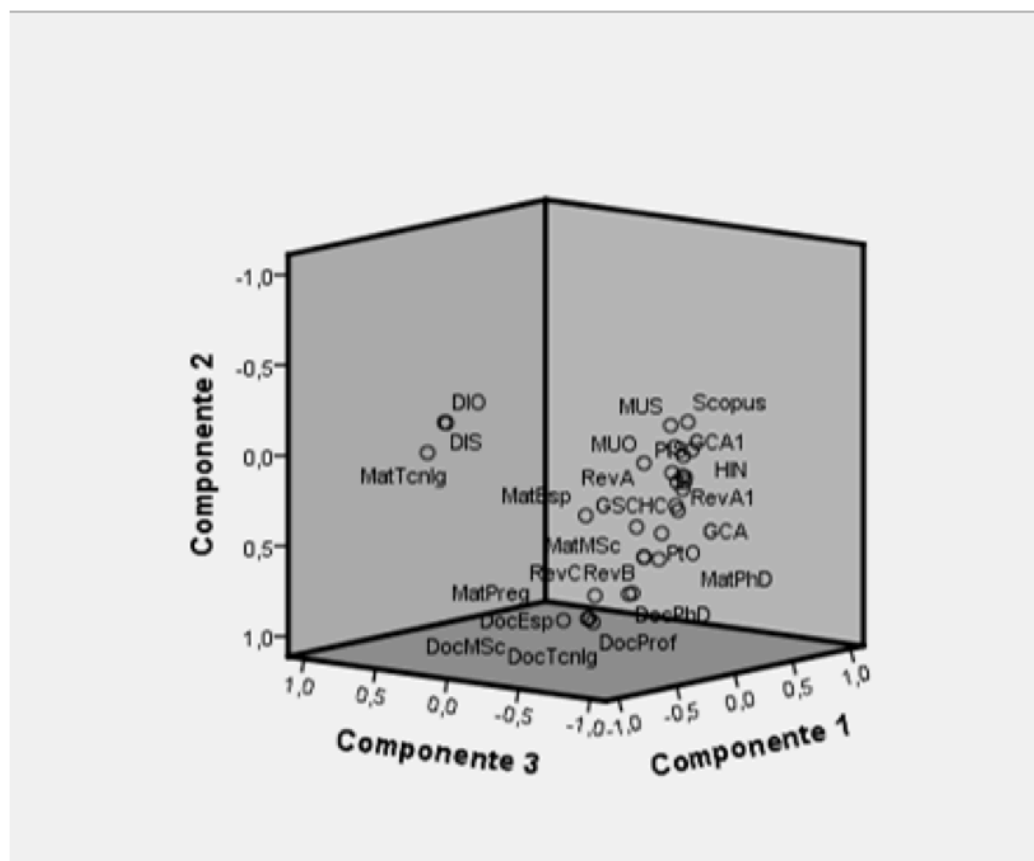
Gráfica 5 . Componentes en espacio rotado para variables asociadas a transferencia de conocimiento al medio.



Fuente: Elaboración con base en datos de (Colciencias, 2016, 2015d; Elsevier B.V., 2016; Google, 2016; MEN, 2016; SciELO, 2016; SIC, 2016).

En la Gráfica 5 se pueden percibir gráficamente dos componentes asociadas a las variables de procesos de transferencia de conocimiento al medio. El primer componente agrupa las variables PtS, PtO, MUS, MUO, asociadas a patentes y modelos de utilidad que son explícitamente integradas en los sistemas de medición de calidad de los Rankin mundiales, el segundo componente lo integran las variables DIS y DIO que, si bien son producto del conocimiento, tienen un carácter más artístico.

Gráfica 6 . Componentes en espacio rotado para todas las variables.



Fuente: Elaboración con base en datos de (Colciencias, 2016, 2015d;

Finalmente se realizó un análisis de componentes principales para todas las variables y en la Gráfica 6 se presenta la agrupación estadística. El proceso permitió identificar cuatro componentes que se presentan en la Tabla 7. El componente 1 está asociado a procesos de investigación y divulgación de conocimiento, el componente 2 a procesos de formación de profesional y de posgrados, el componente 3 hace énfasis en formación tecnológica y procesos de diseño industrial, asociado a la vida laboral y el componente 4 aporta a la explicación de la agrupación de matriculados en maestría y especialización.

Tabla 7 . Centros de los conglomerados finales

Descripción del componente	VARIABLES que lo integran
Investigación y divulgación de conocimiento	PtS, PtO, MUS, MUO, RevA1, RevA, RevB, RevC, Scopus, GCA1, GCA, GCB, GCC, GCD, GSCHC, HIN, CIT
Formación de profesional y de posgrados	DocPhD, DocMSc, DocProf, DocEsp, DocTcnlg, MatPreg, MatPhD, NoProy
Formación tecnológica y procesos de diseño industrial	MatTcnlg, DIS, DIO
Matriculados en maestría y especialización	MatMSc, MatEsp

Luego de identificar los componentes, se realizó una agrupación por conglomerados, que consiste en la asociación de las IES en K grupos en donde cada observación pertenece al grupo cuyo valor medio es más cercano (Jardón and Martos, 2008), dando como resultado seis conglomerados, los cuales se presentan en la Tabla 8. Dado que el método parte de un valor de cero como centro, los valores positivos indican los conglomerados especializados en cada tema y los valores negativos, los conglomerados más alejados de la media en dichos temas., Para el caso de la investigación realizada, un valor muy positivo indica una fuerte tendencia de esta IES a expresar propiedades del componente analizado, los valores negativos indican una lejanía frente a la media a dicho componente.

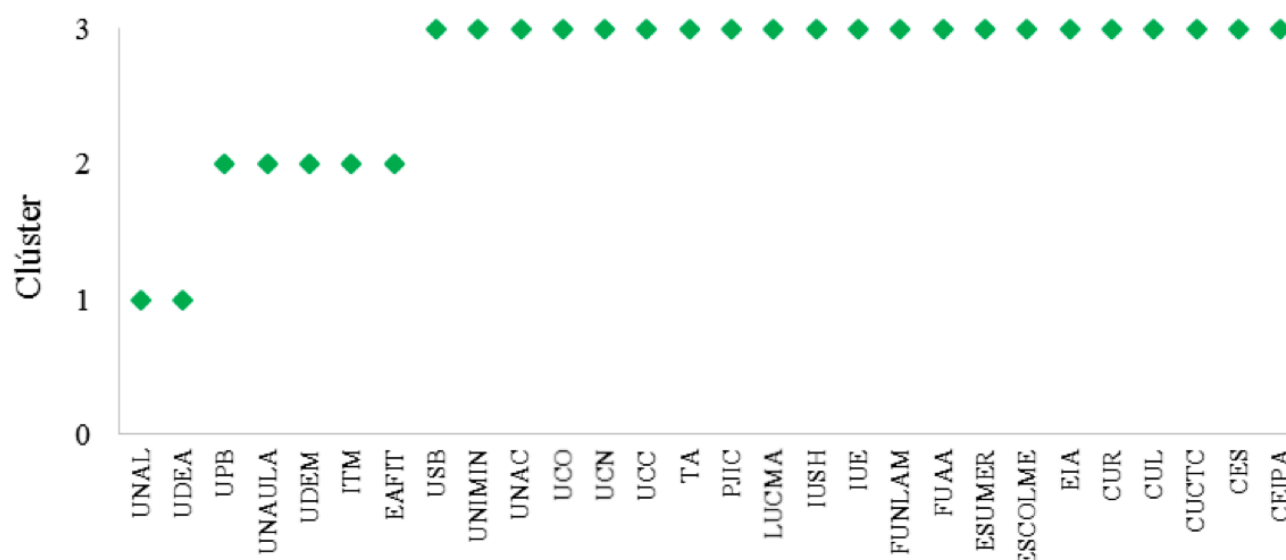
Tabla 8 . Distribución de las IES según clúster de pertenencia.

Componente	Conglomerado					
	1	2	3	4	5	6
	UDEM, UNLAULA, UPB.	ITM	AMVA. CEIPA, CES, CUCTC, CUL, CUR, EIA, ESCOLME, ESUMER, FUAA, FUNLAM, IUE, IUSH, LUCMA, PJIC, TA, UCC, UCN, UCO, UNAC, UNIMIN, USB.	UNAL	EAFIT	UDEA

Investigación y divulgación de conocimiento	-0,30944	-0,35128	-0,07247	4,96332	-0,0244	0,77076
Formación de profesional y de posgrados	0,87784	0,05752	-0,35664	-0,81432	-0,54937	4,80375
Formación tecnológica y procesos de diseño industrial	-0,24326	5,00456	-0,28809	0,16679	0,41161	-0,25644
Matriculados en maestría y especialización	2,0553	-0,33289	-0,63425	0,02982	3,81928	-0,0696

Por una mejor organización de la información y dado que en los conglomerados dos, cuatro, cinco y seis sólo quedaba una IES se procedió a clusterizar, lo que permitió configurar tres clústeres como se muestra en la Gráfica 7.

Gráfica 7 . Agrupación de las IES por clúster.



**Clúster uno:** Compuesto por los conglomerados cuatro y seis. Dicho conglomerado tiene una fuerte relevancia de los componentes Investigación y divulgación de conocimiento, Formación de profesional y de posgrados y se compone de las siguientes IES: UNAL y UDEA.

**Clúster dos:** Compuesto por los conglomerados uno, dos y cinco. Dicho conglomerado tiene una fuerte relevancia de los componentes Formación tecnológica y procesos de diseño industrial y Matriculados en maestría y especialización, y se compone de las siguientes IES: UDEM, UNAULA, UPB. EAFIT.

Es interesante evidenciar que al clúster uno y dos corresponden las IES que en los diferentes *rankings* de calidad universitaria aparecen como primeras en el ámbito nacional y departamental, a excepción de UNAULA. Ello muestra que los indicadores de calidad universitaria y la agrupación por clúster permiten diferenciar claramente las IES con perfil de generadoras de conocimiento.

**Para el clúster tres:** Compuesto por el conglomerado tres presenta un alejamiento de la media de todos los componentes, y por ello se visualiza como el clúster con menor impacto en



cualquier de los cuatro componentes. Está conformado por las siguientes IES: AMVA, CEIPA, CES, CUCTC, CUL, CUR, EIA, ESCOLME, ESUMER, FUA, FUNLAM, IUE, IUSH, LUCMA, PJIC, TA, UCC, UCN, UCO, UNAC, UNIMIN, USB.

Sobresale que en el tercer clúster solo se encuentran Instituciones técnicas profesionales, instituciones universitarias o escuelas tecnológicas, lo que indica es que el perfil de dichas IES no necesariamente responde a procesos de generación de conocimiento y se han especializado en procesos complementarios o están en maduración como Universidades tal como lo estipula la ley en Colombia (Congreso de Colombia, 1992).

---

## 4. Conclusiones

La generación de conocimiento dentro de un SRI es responsabilidad de las universidades, las IES de otros niveles no están preparadas, no definen este proceso como medular o cuentan con las condiciones o los recursos para hacerlo.

Un SRI se basa en la capacidad que tiene el mismo de generar conocimiento y que este sea aplicable mediante soluciones tecnológicas como resultado de un proceso de innovación, es por ello que el papel de las IES y especialmente de las universidades es preponderante en una economía innovadora o basada en conocimiento.

La especialización en la generación de conocimiento (clúster uno) y en la transferencia de conocimiento para la aplicación (clúster dos), demuestra la madurez de estas IES en cuanto a un SRI.

Se evidencia la necesidad de especialización de las IES que se ubican en el clúster tres, en busca de un impacto claro y medible en el marco de un SRI.

---

## Referencias bibliográficas

- Acosta, O., Celis, J., 2014. The emergence of doctoral programmes in the Colombian higher education system: Trends and challenges. *Prospects* 44, 463–481. doi:10.1007/s11125-014-9310-5
- Bell, D., 1999. *The Coming Of Post-industrial Society* - Daniel Bell - Google Libros, 3rd ed. Basic Books, Nueva York, EEUU.
- Campos, F., Rivera, D., Rodríguez, C., 2014. Presence and impact of Andean universities in online social networks. *Rev. Lat. Comun. Soc.* 571–592. doi:10.4185/RLCS-2014-1025en
- Castro, S., Peña, J., Ruiz, A.J., Sosa, J.C., 2014. Estudio intrapaíses de la competitividad global desde el enfoque del doble diamante para Puerto Rico , Costa Rica y Singapur. *Investig. Eur. Dir. y Econ. la Empres.* 20, 122–130. doi:10.1016/j.iedee.2013.09.001
- Clarke, M., 2002. Some Guidelines for Academic Quality Rankings. *High. Educ. Eur.* 27, 443–459. doi:10.1080/0379772022000071922
- CNA, 1998. Autoevaluación con fines de Acreditación de Programas de Pregrado. doi:ISSN 0123-0506
- Colciencias, 2016. Plataforma ScientI - Colombia | COLCIENCIAS [WWW Document]. Apl. para Ingr. y Actual. Inf. URL <http://www.colciencias.gov.co/scienti> (accessed 10.15.16).
- Colciencias, 2015a. Modelo De Medición De Grupos De Investigación, Desarrollo Tecnológico O De Innovación Y De Reconocimiento De Investigadores Del Sistema Nacional De Ciencia, Tecnología E Innovación, Año 2014. *Colciencias.Gov.Co* 2015, 1–164.
- Colciencias, 2015b. Documento de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación N° 1602.
- Colciencias, 2015c. Estado de la Ciencia en Colombia.
- Colciencias, 2015d. Publindex [WWW Document]. Índice Bibliográfico Nac. Publindex . URL <http://publindex.colciencias.gov.co:8084/publindex/EnIbnPublindex/resultadosBuscador.do>

(accessed 11.1.16).

Congreso de Colombia, 1992. Ley 30 de Diciembre 28 de 1992; Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. El Congr. Colomb. 26.

Coriat, B., 1997. Los desafíos de la competitividad: globalización de la economía y dimensiones macroeconómicas de la competitividad. Buenos Aires.

Cuadras, C.M., 2007. Nuevos métodos de análisis multivariante, Publicaciones PPU. 08023 Barcelona, Spain.

Cybermetric, 2016. Ranking Web de Universidades.

D'Este, P., Martínez, E.C., Molas-Gallart, J., 2014. Documento de base para un "Manual de Indicadores de Vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico."

Dabos, G.E., Rivero, A.G., 2009. Políticas institucionales para la vinculación tecnológica: nuevos roles en la universidad innovadora 1-17.

Dario, A., Amaya, C., 2011. Valoración de las Capacidades y Competencias Tecnológicas: Consideraciones para su Aplicación en el Aparato Productivo Colombiano.

DNP, 2008. Política Nacional de Competitividad y Productividad., Consejo Nacional de Política Económica y Social.

Docampo, D., 2015. Universidades iberoamericanas según el Ranking de Shanghai 3512-3513.

Elsevier B.V., 2016. Scopus [WWW Document]. URL <https://www.scopus.com/> (accessed 11.1.16).

F-Jardon, C., Martos, M.S.M.S., 2011. Un método para determinar competencias distintivas en pequeñas y medianas empresas. Rev. Adm. da Univ. Fed. St. Maria 4, 195-214. doi:10.5902/198346593672

Google, 2016. Colombia - Estadísticas de Google Académico [WWW Document]. Google Académico. URL [https://scholar.google.es/citations?hl=es&view\\_op=search\\_venues&vq=colombia](https://scholar.google.es/citations?hl=es&view_op=search_venues&vq=colombia) (accessed 10.26.16).

Gyekye, A.B., Oseifuah, E.K., Vukor-quarshie, G.N.K., 2012. The Impact of Research and Development on Socio-Economic Development: Perspectives from Selected Developing Economies. J. Emerg. Trends Econ. Manag. Sci. 3, 915-922.

Hilera, J.R., Fernández, L., Suárez, E., Vilar, E.T., 2013. Evaluación de la accesibilidad de páginas web de universidades españolas y extranjeras incluidas en rankings universitarios internacionales. Rev. Española Doc. Científica 36, 1-16. doi:10.3989/redc.2013.1.913

Jaramillo, H., 2008. Estudio sobre resultados e impactos de los programas de apoyo a la formación de posgrado en Colombia: hacia una agenda de evaluación de calidad, Documento No 5 del Proyecto Estudio de resultados e impactos de los programas de apoyo a la formación de posgrado en ciencias e ingeniería. Bogotá.

Jardón, C.M.F., Martos, M.S., 2008. CAPITAL INTELECTUAL Y RESULTADOS EMPRESARIALES EN LA CADENA DE LA MADERA DE OBERÁ (ARGENTINA) 5731.

MEN, M. de E.N., 2016. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior - Colombia.

Misas Arango, G., 2004. La educación superior en Colombia. Análisis y estrategias para su desarrollo.

Nuchera, A.H., 2008. EL BROKERAGE TECNOLÓGICO: FUNCIÓN CLAVE EN LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN 1-16.

OMPI, 2015. Datos y cifras de la OMPI sobre P.I., Economía y Estadística.

RICyT, 2014. Indicadores por país [WWW Document].

Romer, P.M., 1990. Endogeneous Technological Change. J. Polit. Econ. 98, s71-s102.

Ruttan, V.W., 1959. Usher and Schumpeter on Invention, Innovation, and Technological Change.

Q. J. Econ. 73, 596–606.

Salmi, J., 2009. El desafío de crear universidades de rango mundial, Primera. ed. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, DC 20433, USA.

Sánchez-Torres, J.M., Medina, J.E., León, M., Marcela, J., León, J., Publi-, A.M., The, A.M., Publication, A.M., 2007. Publicación internacional de patentes por organizaciones e inventores de origen colombiano. Cuad. Econ. 26, 2248–4337.

Schumpeter, J., 1934. The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profit, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle, translated from The German by Redvers Opie News Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers. J. Comp. Res. Anthropol. Sociol. 3, 137–148. doi:10.2307/1812657

SciELO, 2016. SciELO: Scientific Electronic Library Online [WWW Document]. Sci. Electron. Libr. Online. URL <http://www.scielo.org/php/level.php?lang=es&component=44&item=1> (accessed 9.3.16).

Scimago Lab, 2016. SIR Methodology [WWW Document]. 2016. URL <http://www.scimagoir.com/methodology.php> (accessed 11.7.16).

Serrano Mascaraque, E., Moratilla Ocaña, A., Olmeda Martos, I., 2010. Métrica para la evaluación de la accesibilidad en Internet: propuesta y testeo. Rev. española Doc. Científica 33, 378–396. doi:10.3989/redc.2010.3.719

ShanghaiRanking Consultancy, 2016a. Metodología | Ranking Académico de las Universidades del Mundo - 2014 [WWW Document]. URL <http://www.shanghairanking.com/es/ARWU-Methodology-2014.html> (accessed 11.7.16).

ShanghaiRanking Consultancy, 2016b. Metodología Ranking Académico de las Universidades del Mundo - 2014.

SIC, 2016. Sistema de Consulta de Patentes, PCT, Modelos y Trazados [WWW Document]. Sist. Consult. Pat. PCT, Model. y Trazados. URL <http://sipi.sic.gov.co/sipi/Extra/Default.aspx?sid=636154838845619631> (accessed 11.23.16).

Torres-Salinas, D., Moreno-Torres, J.G., Delgado-López-Cózar, E., Herrera, F., 2011. A methodology for Institution-Field ranking based on a bidimensional analysis: The IFQ2A index. Scientometrics 88, 771–786. doi:10.1007/s11192-011-0418-6

Túñez López, M. miguel. tunez@usc. e., 2013. El “índice h” de la investigación en Comunicación en España, Portugal y Latinoamérica: Web of Knowledge (WoK), Scopus y Google Scholar Metrics. Commun. y Soc. 26, 53–75.

---

1. PhD (c) en Administración, Universidad de Misiones, Argentina. MsC en Gestión Tecnológica, UPB. Investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia. E-mail: [jfescob1@gmail.com](mailto:jfescob1@gmail.com)

2. PhD en Economía y Matemática, Universidad de Vigo. E-mail: [cjardon@uvigo.es](mailto:cjardon@uvigo.es)

3. Estudiante PhD en Administración, Universidad de Misiones, Argentina. MsC en Gestión Tecnológica, UPB. Investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia. E-mail: [indybibiana@gmail.com](mailto:indybibiana@gmail.com)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 34) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados